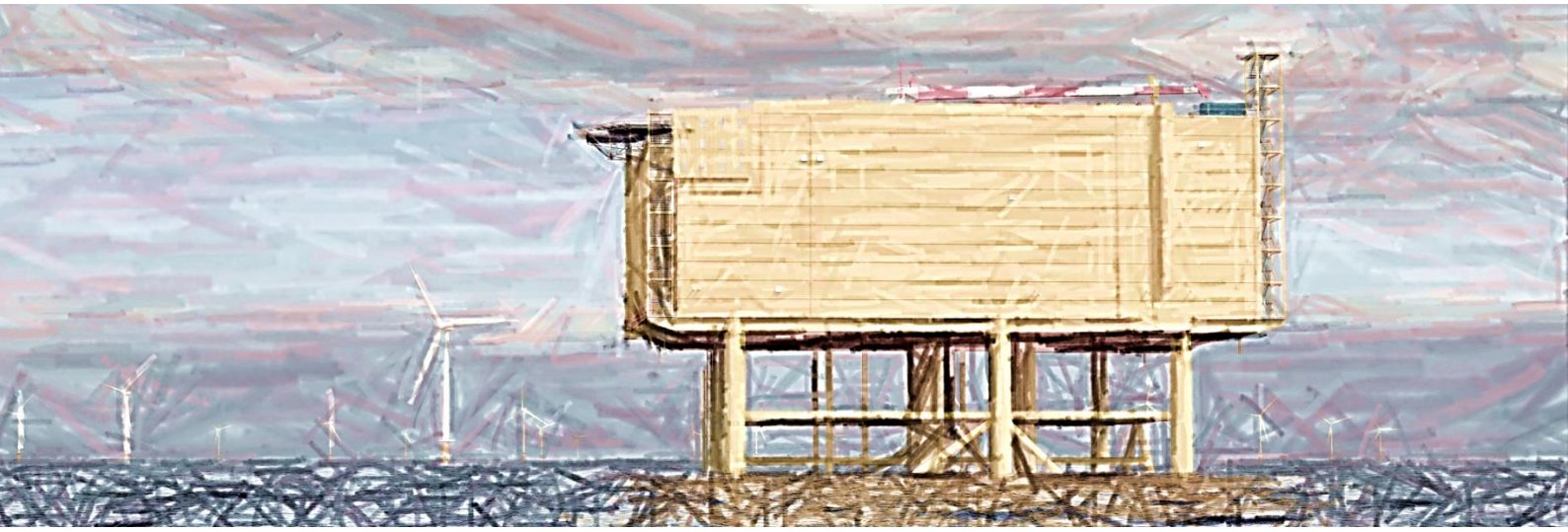
PONDERA

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage Deel B

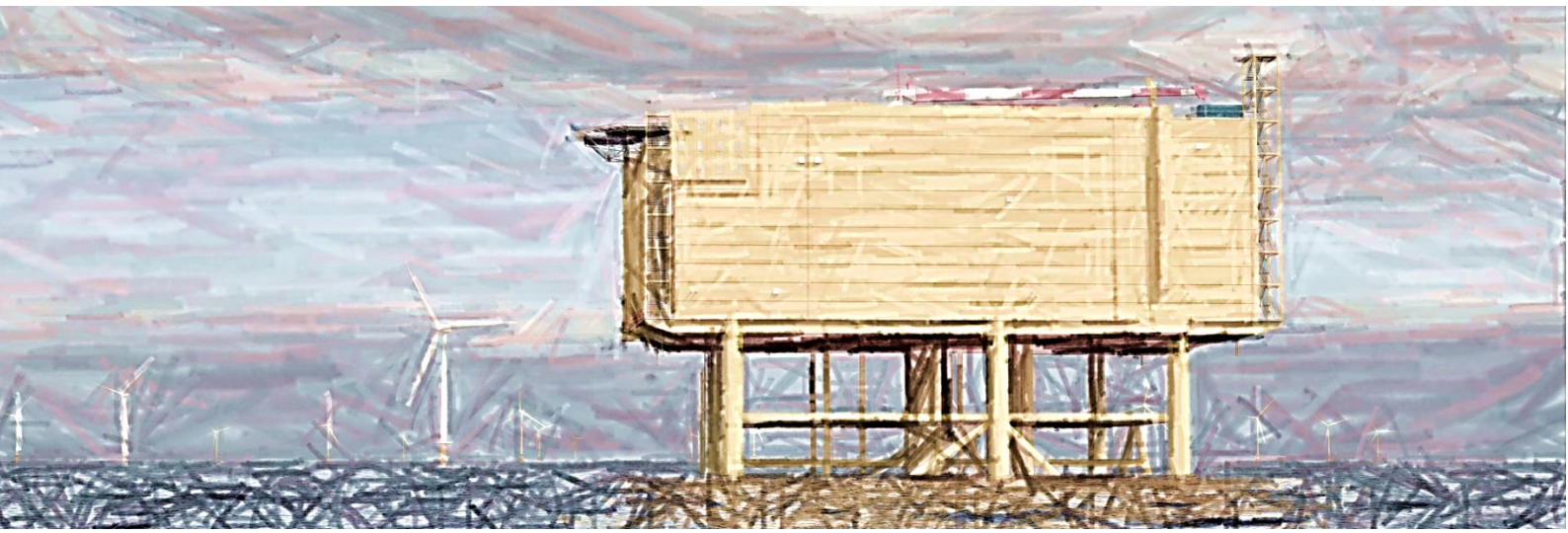


In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Net op zee IJmuiden Ver Beta
MER fase 2 - Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening Maasvlakte



Datum: 25-06-2021
Versienummer: 1.0
Status: Concept

In opdracht van van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2

1.1 Voornemen werkzaamheden 2

1.2 Leeswijzer 4

2 Werkwijze 5

2.1 Beschrijving van de bodemopbouw 5

2.2 Berekening debiet en invloedsgebied 10

Open ontgravingen 10

Kelder converterstation 11

2.3 Uitgangspunten berekening en VKA-tracé 12

3 Resultaten 13

Colofon 17

1 Inleiding

Om het effect op de omgeving van eventueel benodigde bemalingen op de Maasvlakte (Net op zee IJmuiden Ver Beta) te kunnen bepalen is een indicatieve bemalingsberekening uitgevoerd. In deze bijlage is de uitwerking van deze berekeningen gegeven. Het gaat hierbij om een indicatie van de benodigde bemaling gebaseerd op reeds beschikbare informatie over de ondergrond en grondwaterstanden. Bij de inschatting is uitgegaan van een worst-case benadering.

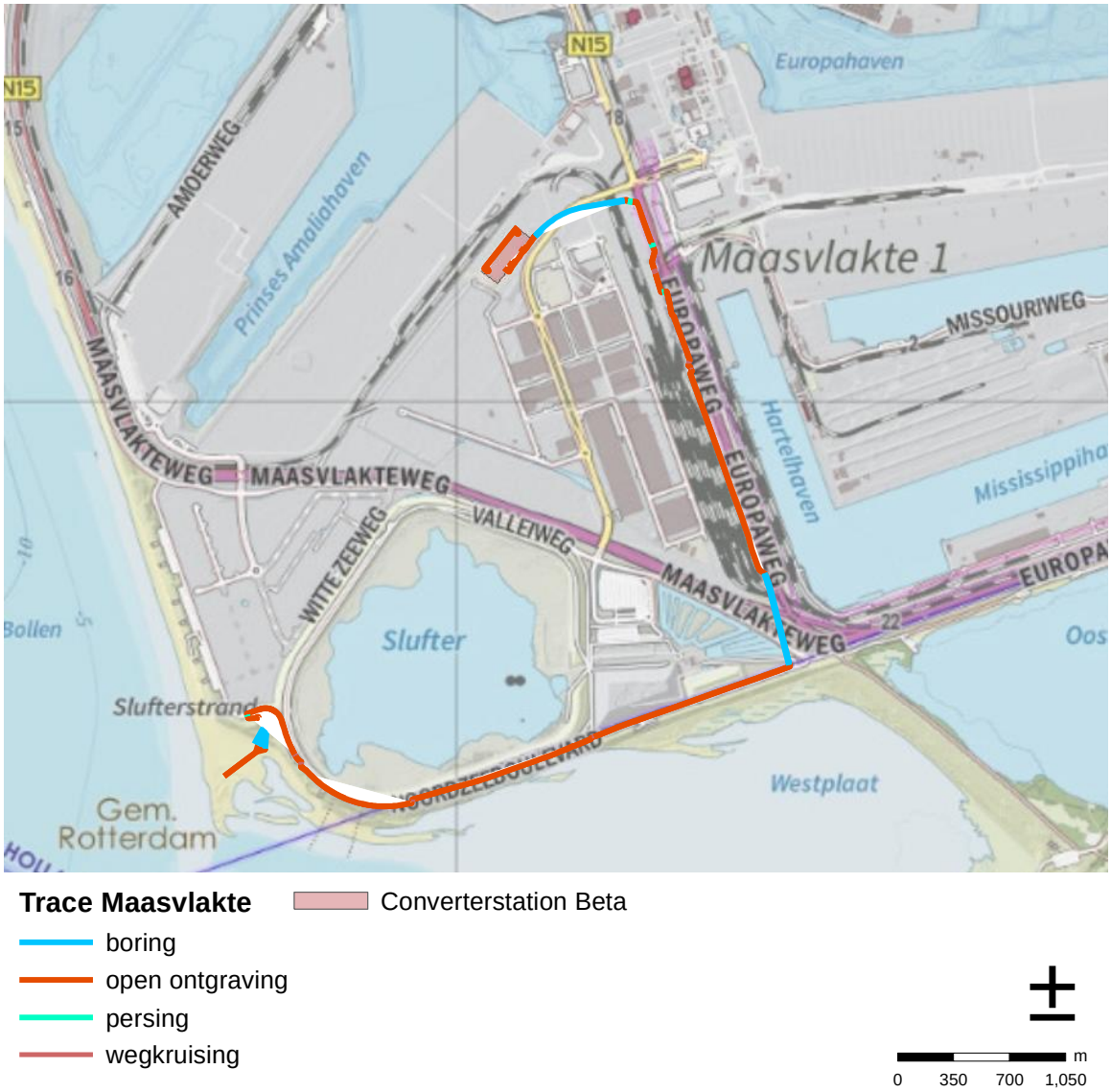
Het doel van deze berekeningen is om op hoofdlijnen een inschatting te geven van de effecten die horen bij de benodigde bemalingen voor het tracé ten behoeve van het MER. Hierbij is toegewerkt naar globale inschattingen van te onttrekken debieten en gebieden waar invloed op de grondwaterstanden plaatsvindt.

De voorliggende indicatieve bemalingsberekening is niet bedoeld als zijnde een bemalingsplan voor uitvoering van werkzaamheden. In de voorbereiding op de uitvoering zal voor de aanvraag van een watervergunning een gedetailleerdere bemalingsberekening gemaakt moeten worden. Hiertoe zal het ook nodig zijn de lokale bodemopbouw in detail te inventariseren.

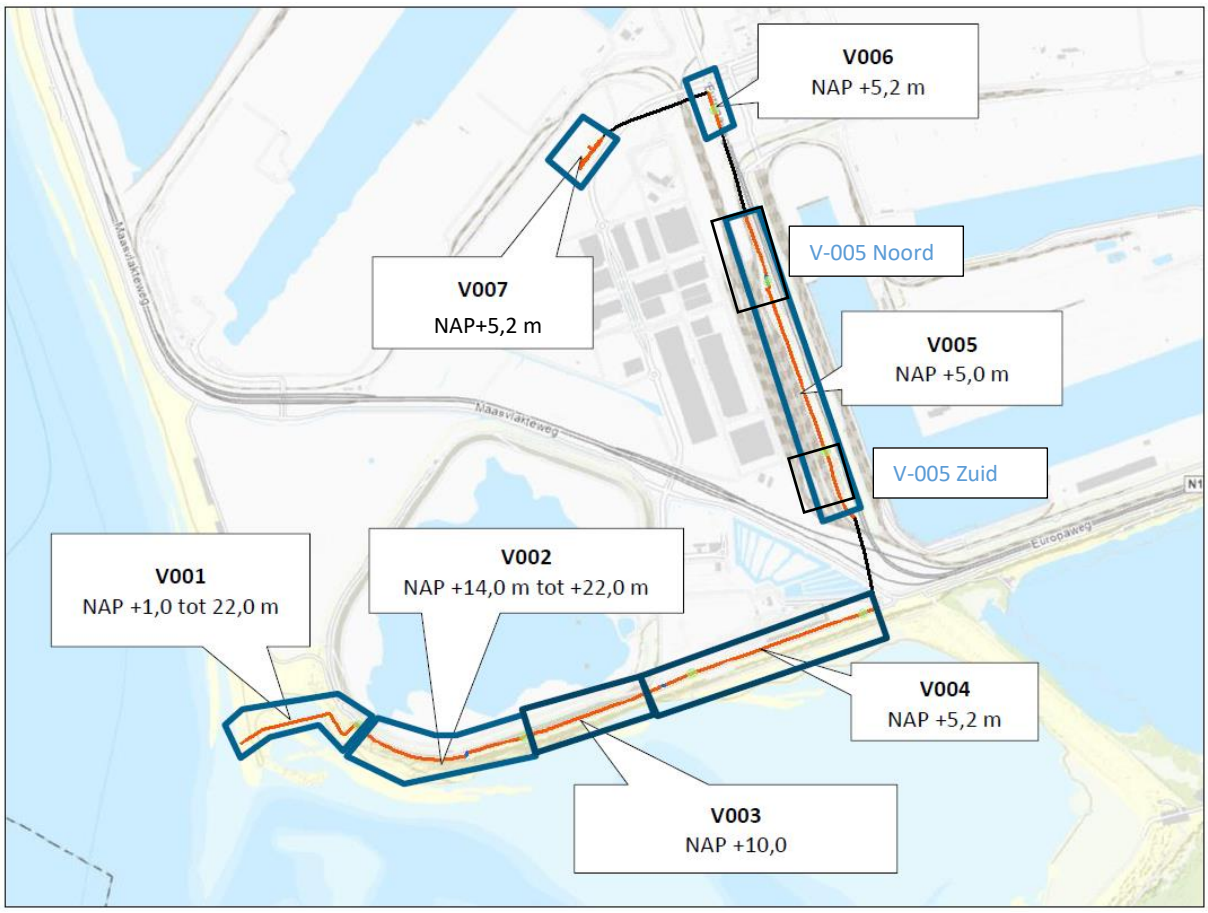
1.1 Voornemen werkzaamheden

Op de Maasvlakte worden de kabels met open ontgravingen en boringen aangelegd. Vanaf de zuidwestzijde komt de kabel van zee aan land met een mofput. Bij de kruising van watergangen en wegen wordt de kabel aangelegd met boringen, bij de overige delen met open ontgravingen. De kabel loopt ten zuiden langs de Slufter, waarna het langs de Europaweg naar het noorden gaat om bij de Dardanellenstraat naar het nieuwe converterstation te gaan. In Figuur 1-1 is de locatie van de open ontgravingen en boringen weergegeven.

De tracés met segmenten die vanuit het grondonderzoek van Antea voor dit bemalingsadvies zijn gebruikt, zijn weergegeven in Figuur 1-2.



Figuur 1-1: VKA-tracé met open ontgravingen en boringen op de Maasvlakte.



Figuur 1-2 Tracé met segmenten in grondonderzoek Antea en tracés die moeten worden bemalen (mei 2021)

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de werkwijze van voorliggende studie toegelicht en in hoofdstuk 3 worden de berekende resultaten beschreven.

2 Werkwijze

De volgende stappen zijn doorlopen:

- De aanwezige geohydrologische opbouw van de ondergrond is onderzocht;
- Voor de bemaling van de open ontgravingen zijn voor een gemiddelde bodemopbouw en aan de hand van geschatte parameters bemalingsdebieten berekend en is een inschatting van het invloedsgebied van de grondwaterstandverlaging (groter dan 5 cm) gemaakt;
- Voor de puntbemaling (kelder) is op basis van het bepaalde debiet en de gewenste grondwaterstandverlaging een inschatting gemaakt van de invloedstraal in het grondwater (grondwaterstandverlaging groter dan 5 cm);
- Het totaal van het bemalingsdebiet is berekend.

In paragraaf 2.1 is de bodemopbouw beschreven. In paragraaf 2.2 is de berekeningsmethodiek toegelicht en in paragraaf 2.3 zijn de in de berekening gehanteerde randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven.

2.1 Beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie

Opbouw ondergrond

Op basis van de kaart 'meest waarschijnlijke lithologie klasse' van GeoTOP v1.4 (Dinoloket) en de uitgevoerde boringen en sondering door Antea Group (mei 2021) is de ondergrond voor het gebied nabij het converterstation en de noordelijke open ontgraving onderzocht. De locaties van het grondonderzoek van Antea is weergegeven in Figuur 1-2. In Figuur 2-2 en Figuur 2-3 zijn de resultaten van dit onderzoek voor de noordelijke open ontgravingen weergegeven.
Op basis van deze bronnen is gekozen voor de berekening uitgegaan van de waarden zoals opgenomen in Figuur 2-4. Gezien de diepte van de werkzaamheden (2,5 m-mv voor de kelder en 1,6 m-mv voor de open ontgravingen) en de benodigde verlaging van de grondwaterstand is bij de indicatieve bemalingsberekeningen de bovenste zandlaag van de ondergrond (0 - 30 m-mv/NAP-20 m) als de watervoerende laag aangehouden.

Tabel 2.2: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-001

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+2,0[1] tot -9,5	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele zeer fijne en zeer grove zandlagen, enkele kleilaagjes	M-B01, MB-02, S-1 en S-2
-9,5 tot -11,0	Klei, enkele zandlaagjes	
-11,0 tot -20,0	Zand, zeer fijn tot matig grof	
-20,0 tot -26,0	Zand, matig grof tot zeer grof, enkele tot veel kleilaagjes	
-26,0 tot -38,0[3]	Zand, matig grof tot zeer grof, zwak tot sterk grindhoudend[2]	

[1] Betreft gemiddelde maaiveldhoogte op dit tracédeel. Maaiveld op tracédeel verloopt van NAP +1,0 tot NAP +22,0;
[2] Betreft verkende diepte sondering S-1.

Figuur 2-1: Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-001 (mei 2021)

Tabel 2.5: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-005

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,0 tot -0,4[1]	Zand, matig fijn tot zeer grof, plaatselijk uiterst grove zandlaag, enkel kleilaagje	B92, B96, B101, B106, B111, B116, B121, B123, B127 en B131
-0,4 tot -19,0	Zand, matig fijn tot matig grof	MB-05 en MB-06 S-5 en S-6
-19,0 tot -21,0	Klei, enkele zandlaagjes	
-21,0 tot -35,5[2]	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele tot veel kleilaagjes	

[1]Maximaal verkende diepte handboring B131;
[2]Betreft verkende diepte S-5.

Tabel 2.6: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-006

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,2 tot +1,1[1]	Zand, matig grof tot matig grof, enkele zeer grove zandlaag	B147
+1,1 tot -7,0	Zand, matig grof tot zeer grof, enkel kleilaagje	MB14 en S-14
-7,0 tot -21,5	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele kleilaagjes	
-21,5 tot -26,2	Klei en veen	
-26,2 tot -35,5[2]	Zand, matig fijn tot matig grof	

[1]Maximaal verkende diepte handboring B147;
[2]Betreft verkende diepte S-14.

Figuur 2-2: Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-005 en V-006 (mei 2021)

Tabel 2.7: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-007

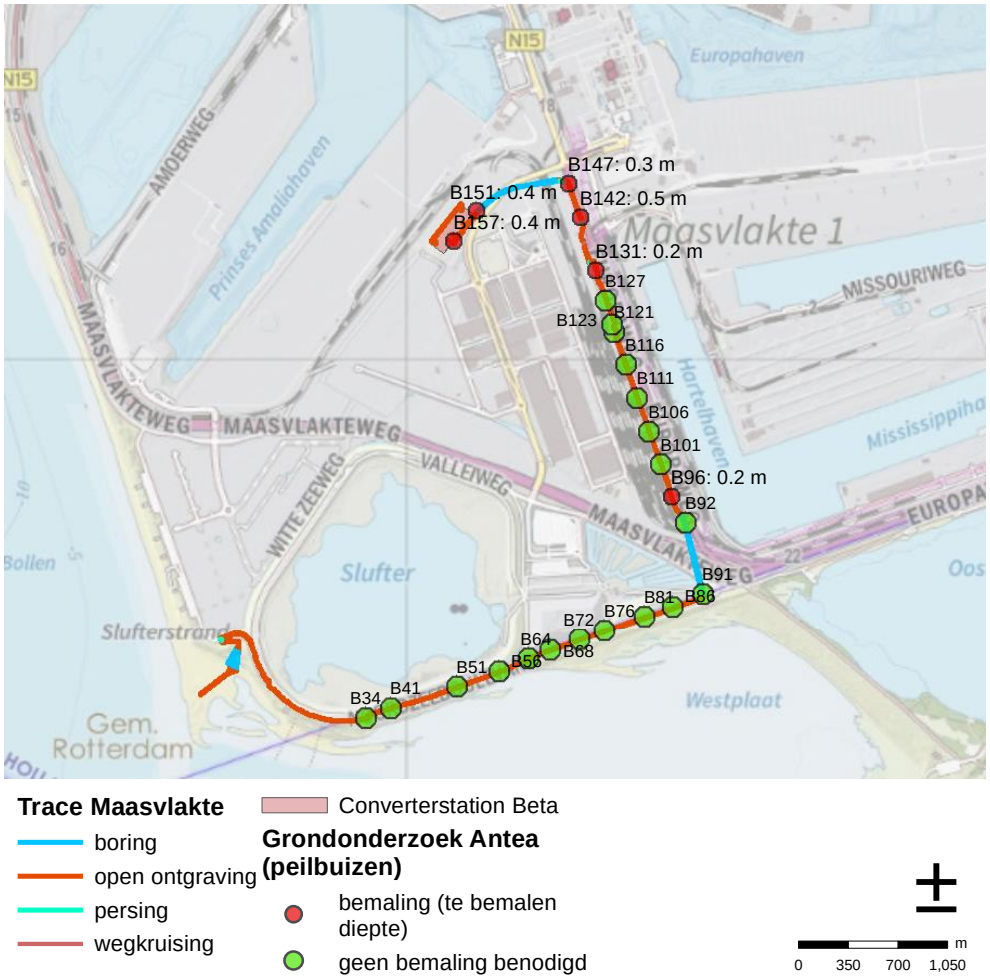
Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,6 tot +1,1[1]	Zand, matig fijn tot zeer grof, enkel veenlaagje	B151 en B157
+1,1 tot -7,0	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele zeer grove zandlaag	MB18 en S-18
-7,0 tot -14,5	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele kleilaagjes	
-14,5 tot -17,0	Zand, matig fijn, zeer veel kleilaagjes	
-17,0 tot -20,0	Zand, matig fijn	
-20,0 tot -21,2	Klei	
-21,2 tot -23,0	Zand, matig grof	
-23,0 tot -24,0	Klei	
-24,0 tot -34,0[2]	Zand, matig grof tot grof	

[1]Maximaal verkende diepte handboring B151;
[2]Betreft verkende diepte S-18.

Figuur 2-3: Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-007 (mei 2021)

Grondwater

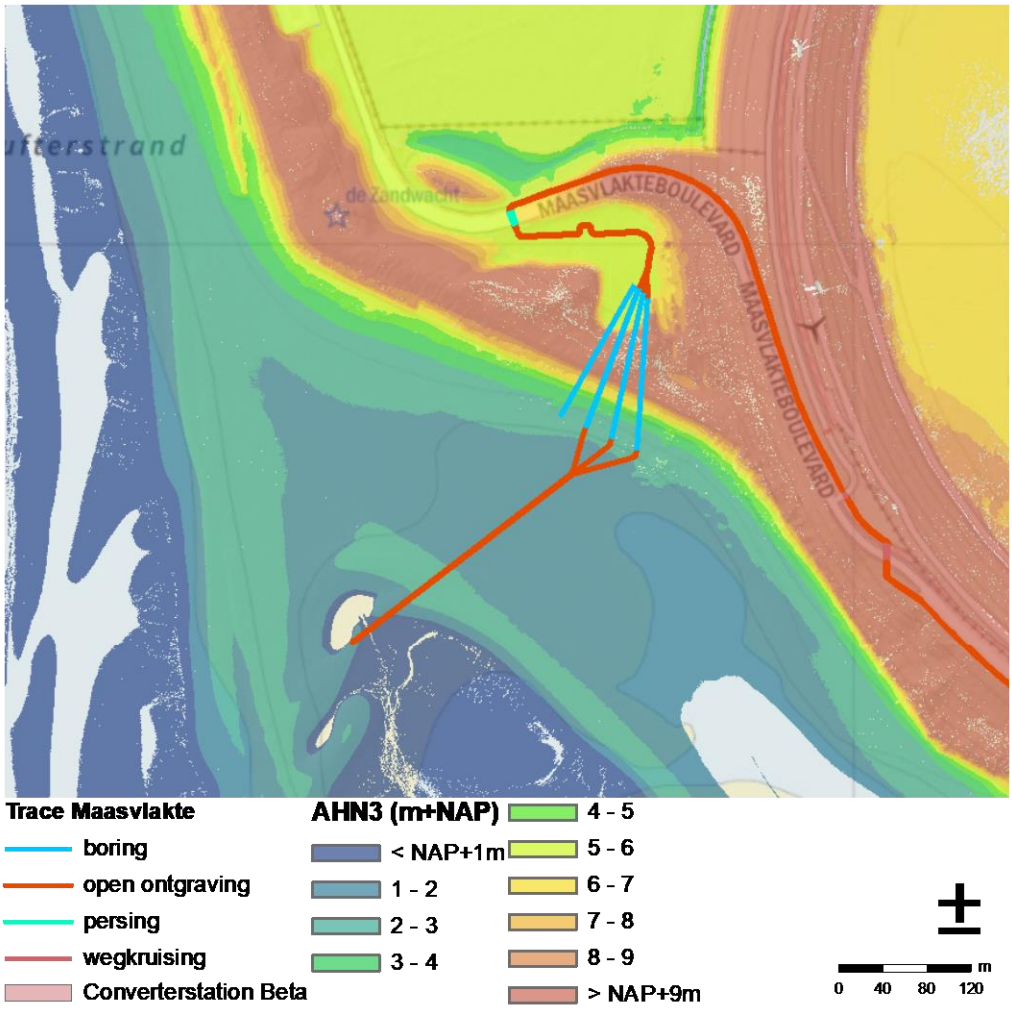
De grondwaterstanden liggen over het algemeen diep beneden maaiveld, maar op enkele plekken ligt de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) hoger dan de ontgravingsdiepte. Dit betekent dat er mogelijk bemaling benodigd is. De locaties waar mogelijk een hogere grondwaterstand dan de ontgravingsdiepte voorkomt zijn weergegeven in Figuur 2-4. Ook de geschatte ontwateringsdiepte is hierbij weergegeven.



Figuur 2-4: Grondonderzoek Antea (mei 2021) laat zien op welke punten bemaling nodig is.

Antea heeft bij het aanlandingspunt geen peilbuizen geplaatst of grondwaterstandsmetingen uitgevoerd[1]. Hierdoor is niet bekend op welke diepte de grondwaterstand zich hier bevindt. In Figuur 2-5 is de maaiveldhoogte bij het aanlandingspunt weergegeven. Hierin is te zien dat het tracé in de dijk is gelegen waar de grondwaterstand diep is. Het deel van de Maasvlakteboulevard naar de boring is op NAP+5 à 6 m gelegen. Op de gehele Maasvlakte is de GHG gemiddeld NAP+3 m. Met deze gegevens wordt verwacht dat op dit deel van het tracé geen bemaling benodigd is.

Het deel van de boringen naar zee (op het strand) is hoogstwaarschijnlijk ook geen bemaling benodigd op basis van de gemiddelde GHG op de Maasvlakte, maar door de nabijheid van de zee waardoor de grondwaterstanden ook hoger kunnen liggen is dit niet uit te sluiten. De gemiddelde maaiveldhoogte is op dit deel rond NAP+1 m tot NAP+1,5 m waarbij er een kleine verhoging ligt richting zee (zie Figuur 2-5). Het zeeniveau varieert gemiddeld tussen NAP-1 m tot NAP+2m. Op basis hiervan wordt een gemiddelde grondwaterstand van 0,5 m-mv aangenomen.



Figuur 2-5: Locatie van aanlanding Beta en maaiveldhoogten (zuidwesten Maasvlakte).

Geohydrologische parameters open ontgravingen

In onderstaande *Tabel 2-1* zijn de gebruikte geohydrologische parameters die gebruikt zijn voor de bemalingsberekening van de open ontgravingen weergegeven.

[1] In een later stadium worden hier nog wel grondonderzoek uitgevoerd waardoor dit niet meer kan worden meegenomen in deze studie.

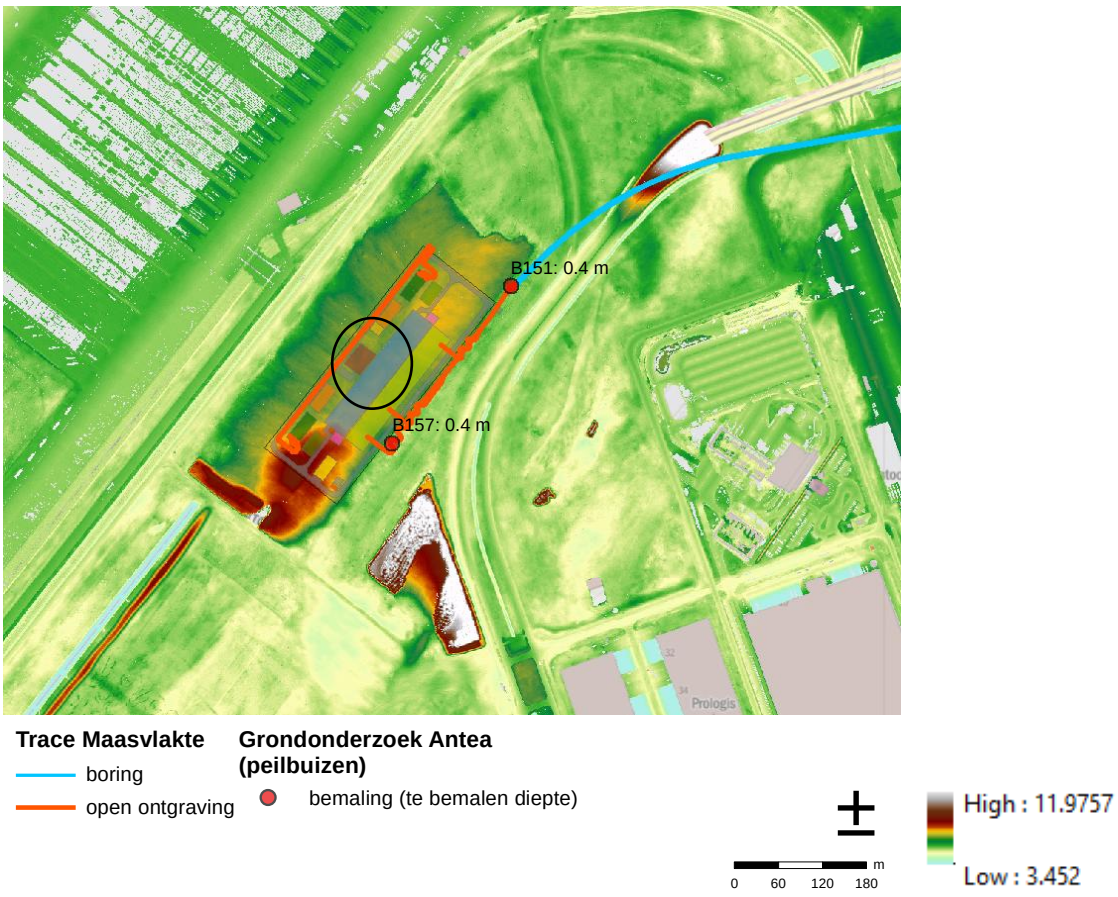
Tabel 2-1 Geohydrologische parameters en waarden bij de open ontgravingen (van zuid naar noord)

Parameter	Waarde V-001 (strand)	Waarde V-005 (zuidelijk)	Waarde V-005 (noordelijk)	Waarde V-006	Waarde V-007 (converterstation)
k* (doorlatendheid)	30 m/dag	30 m/dag	30 m/dag	30 m/dag	30 m/dag
H (dikte watervoerend pakket)	30 m	30 m	30 m	30 m	30 m
h (verlaging grondwaterstand)	1,1 m	0,2 m	0,2 m	0,5 m	0-0,4 m**
L (lengte van de sleuf)	297	434	434	117	300
μ (Bergingscoëfficiënt)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
T (duur bemaling)	28 d	28 d	28 d	28 d	28 d

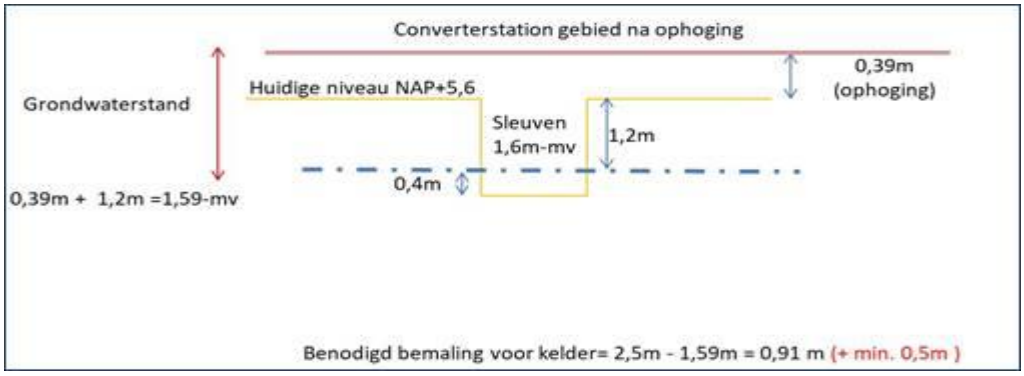
* Conservatief, gebaseerd op waarden uit onderzoek Antea (mei 2021) en in REGIS II.2 (www.dinoloket.nl)
** Indien het maaiveld ook bij het tracé langs het converterstation wordt opgehoogd is de benodigde verlaging van de grondwaterstand 0 m, zo niet dan is het 0,4 m.

Geohydrologische parameters kelder converterstation

De grondwaterstanden zijn enkel gemeten op het kabeltracé en niet in het hoger gelegen gebied van het converterstation (zie Figuur 2-6). Door ophoging van het gebied bij het converterstation ligt de GHG op circa 1,59 m-mv. Ondanks dat het hoger gelegen is (0,6 m hoger dan waar grondwaterstanden in peilbuizen gemeten zijn) wordt door mogelijke opbolling worst case gerekend met de gemeten GHG van 1,59 m-mv. Met een ontwateringsdiepte van circa 2,5 m-mv moet de grondwaterstand met minimaal 0,91 m worden verlaagd bij de kelder (zie Figuur 2-7 voor een schematische weergave). Inclusief een drooglegging van een 0,5 meter onder de ontgraving komt dit uit op 1,41 m grondwaterstandsverlaging.



Figuur 2-6: Maaiveld waar converterstation wordt gebouwd, zie cirkel, ligt hoger (NAP+5,8m) dan de naastgelegen peilbuizen (NAP+5,2m)



Figuur 2-7: Schematisatie van bemaling voor kelder onder controle gebouw (bron TenneT)

In onderstaande *Tabel 2-2* zijn de gehanteerde geohydrologische parameters voor de kelder van het converterstation weergegeven.

Tabel 2-2 Geohydrologische parameters en waarden bij kelder converterstation

Parameter	Waarde V-007
k* (doorlatendheid)	30 m/dag
H (dikte watervoerend pakket)	30 m
h (verlaging grondwaterstand)	1,41 m**
r*** (straal waarbinnen verlaging moet worden gerealiseerd)	21 m
ε (porositeit)	0,3
T (duur bemaling)	28 d

* Conservatief, gebaseerd op waarden uit onderzoek Antea (mei 2021) en in REGIS II.2 (www.dinoloket.nl)

** Ten opzichte van het opgehoogde maaiveld (gemeten tijdens boring Antea) inclusief een extra verlaging van 0,5 m ten opzichte van bodem kelder.

*** Gekozen als de maximale afstand van het midden van de bouwput (46x20 m) tot de rand. Dit is een worstcase benadering, omdat de formule uitgaat van een cirkelvormige put terwijl dat hier rechthoekig is.

2.2 Berekening debiet en invloedsgebied

Open ontgravingen

Voor de berekening van het bemalingsdebiet voor de open ontgravingen is gebruik gemaakt van de formule van Edelman. Deze formule geeft een inschatting van het benodigde bemalingsdebiet bij een plotselinge verlaging van de grondwaterstand.

$$Q_0 = 2Lh\sqrt{\frac{\mu kD}{\pi t}}$$

Waarin:
Q_0 = Bemalingsdebiet voor de lengte L van het tracé [m^2/d];
μ = Bergingscoëfficiënt [-];
k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
D = De dikte van watervoerend pakket [m];
t = De tijd die de bemaling duurt [d];
L = sleuflengte [m];
h = Grondwaterstandsverlaging [m]

Het invloedsgebied is bepaald met de formule van Ernst:

$$\frac{h(x)}{h_0} = erfc\left(x\sqrt{\frac{\mu}{4kDt}}\right)$$

Waarin:
$h(x)$ = Grondwaterstand verandering op afstand x [m];
h_0 = Grondwaterstandverandering ter plaatse van de bemaling [m];
x = Afstand tot aan de bemalingslocatie;
μ = Bergingscoëfficiënt [-];
k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
D = De dikte van watervoerend pakket [m];
t = De tijd die de bemaling duurt [d].

Kelder converterstation

Voor de berekening van het onttrekkingsdebiet van de kelder van het converterstation is gebruik gemaakt van de formule van Dupuit (http://www.grondwatertoolbox.nl/):

$$Q = \frac{\pi k(H^2 - h^2)}{\ln R - \ln r}$$

Waarin:
Q = Bemalingsdebiet - stationair [m^3/d];
k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
H = De dikte van watervoerend pakket [m];
h = De verlaging van de grondwaterstand [m];
r = de straal afstand waarbinnen de verlaging moet worden gerealiseerd;

De reikwijdte (R) van de bemaling is berekend met de volgende formule (http://www.grondwatertoolbox.nl/):

$$R = 1.5\sqrt{\frac{kD}{\varepsilon}t}$$

Waarin:
T= duur van de bemaling [d];
ε = Porositeit [-].

Nadere toelichtingen op deze formules kunnen worden gevonden op de website www.grondwaterformules.nl.

Deze formule gaat uit van een volkomen bron (de onttrekking reikt tot aan de onderkant van het watervoerend pakket). Dit zal in het echt hoogstwaarschijnlijk niet het geval zijn aangezien het watervoerend pakket erg dik is, dan wordt gesproken van een onvolkomen bron. De formule benaderd voor deze situatie een worst case situatie, want in zijn algemeenheid kan worden gesteld dat het debiet van onvolkomen bronnen lager ligt dan bij volkomen bronnen (bron: Fraanje (1974), zie website: http://www.grondwatertoolbox.nl/media/references/1.1.3.forcheimerfraanjep99101_onvolkomen.pdf).

2.3 Uitgangspunten berekening en VKA-tracé

Voor de berekeningen van de bemaling van de open ontgravingen op de Maasvlakte zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden gehanteerd:

- Voor de beoordeelde tracés is uitgegaan van de geleverde tracés door TenneT op 29 april 2021 (IJVer_Beta_210429). De berekeningen en gebruikte formules zijn een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Daarom is gekozen voor een worst-case benadering. De benodigde parameters zijn dan ook conservatief gekozen;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken);
- Voor de bodemopbouw is uitgegaan van het grondonderzoek van Antea (mei 2021);
- Voor de grondwaterstanden zijn de gemiddelde hoogste grondwaterstanden vanuit het grondonderzoek van Antea (mei 2021) gebruikt. Voor de tracés is aangenomen dat deze op 0,2 tot 0,5 m onder maaiveld liggen.
- De sleuven worden tot 1,6 m afgegraven met een breedte van 6 m. Hierbij is uitgegaan van een diepte ten opzichte van de huidige maaiveldhoogte;
- Het benodigde droogleggingsniveau bedraagt 1,6 m-mv. Er is geen aanvullende ontwateringsdiepte meegenomen ten opzichte van de bodem van de put;
- De gewenste grondwaterstandverlaging is bepaald als het verschil tussen de aangenomen grondwaterstand en het benodigde droogleggingsniveau.
- In de berekening is de invloed van neerslag (grondwateraanvulling) niet meegenomen. Neerslag zorgt voor een toename van het bemalingsdebiet, maar beperkt juist het invloedgebied.

Voor de boringen (mofputten) wordt aanvullend uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Omvang van droog te leggen put: 5 x 10 x 1,6 meter;
- Aangenomen wordt dat deze put binnen de sleufbemaling valt en wordt daarmee niet apart uitgerekend.
- Benodigd droogleggingsniveau: 1,6 m onder maaiveld;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken).

Voor de kelder onder het controle gebouw bij het converterstation is aanvullend uitgegaan van de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden:

- Voor de grondwaterstanden zijn de gemiddelde hoogste grondwaterstanden vanuit het grondonderzoek van Antea (mei 2021) gebruikt. Rondom het converterstation is aangenomen dat deze op 1,59 m onder maaiveld gelegen is (t.o.v. opgehoogd maaiveld).
- Het benodigde droogleggingsniveau is 2,5 m (zonder extra ontwatering) tot 3 m (met extra ontwatering) beneden maaiveld;
- Omvang van droog te leggen put: 46 x 20 x 2,5 meter;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken).

3 Resultaten

Voor elk los onderdeel (ontgravingstraject of boorlocatie) van het VKA is aan de hand van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) de gewenste grondwaterstandverlaging bepaald. De benodigde verlaging is gebruikt in combinatie met de in paragraaf 2.3 beschreven uitgangspunten en formules. Het resultaat hiervan is een schatting van het bemalingsdebiet, het waterbezwaar (totaal af te voeren water vanuit de bemaling) en invloedsgebied m.b.t. de grondwaterstanden. In de onderstaande tabel is het berekende waterbezwaar en het invloedsgebied weergegeven voor de Maasvlakte. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is het invloedsgebied weergegeven. De sleuven en de bouwput ten behoeve van de aanleg van de kabels en de kelder onder het controle gebouw bij het converterstation hebben een redelijk gelijke bodemopbouw waardoor het invloedsgebied op eenzelfde orde grootte uitkomt van circa 435 m.

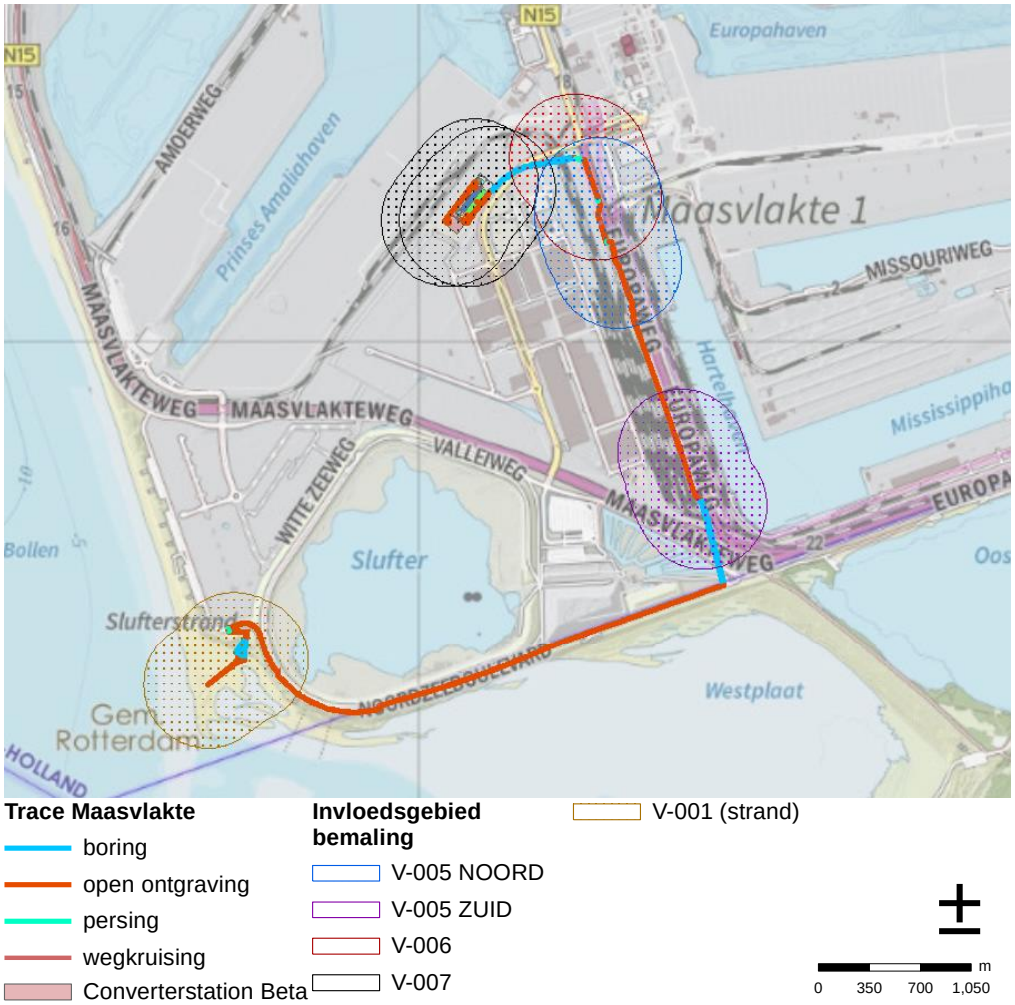
Tabel 3-1 Resultaten indicatieve bemalingsberekening van sleuven, en kelder onder controle gebouw

	V-001 strand	**V-005 zuidelijk**	**V-005 noordelijk**	**V-006**	**V-007** (converterstation)**	**Kelder controle gebouw**
Debiet [m^3/uur]	48	12	14	23	20	107
Debiet [m^3/dag]	1379	280	333	560	490	2570***
Waterbezwaar (m^3 in 28 dagen)	38 606	7849	9340	15 697	13 735	71 954
Invloedsgebied (m)*	435	435	435	435	435	435

* Afstand vanaf de rand van de bouwput in alle richtingen

** Indien de locatie rondom de kabels ook opgehoogd wordt is er geen bemaling benodigd.

*** Met een drooglegging van 3 m-mv. Bij een drooglegging van 2,5 m-mv ligt dit debiet lager.



Figuur 3-1 Invloedsgebied grondwater als gevolg van bemaling

Beleid Waterschap Hollandse Delta

De bemalingen die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels en de kelder liggen in gebied C (indeling Hollandse Delta, zie Figuur 3-2), waarmee de in Tabel 3-2 genoemde criteria voor grondwateronttrekkingen van toepassing zijn.

Vanuit de berekeningen is het volgende zichtbaar:

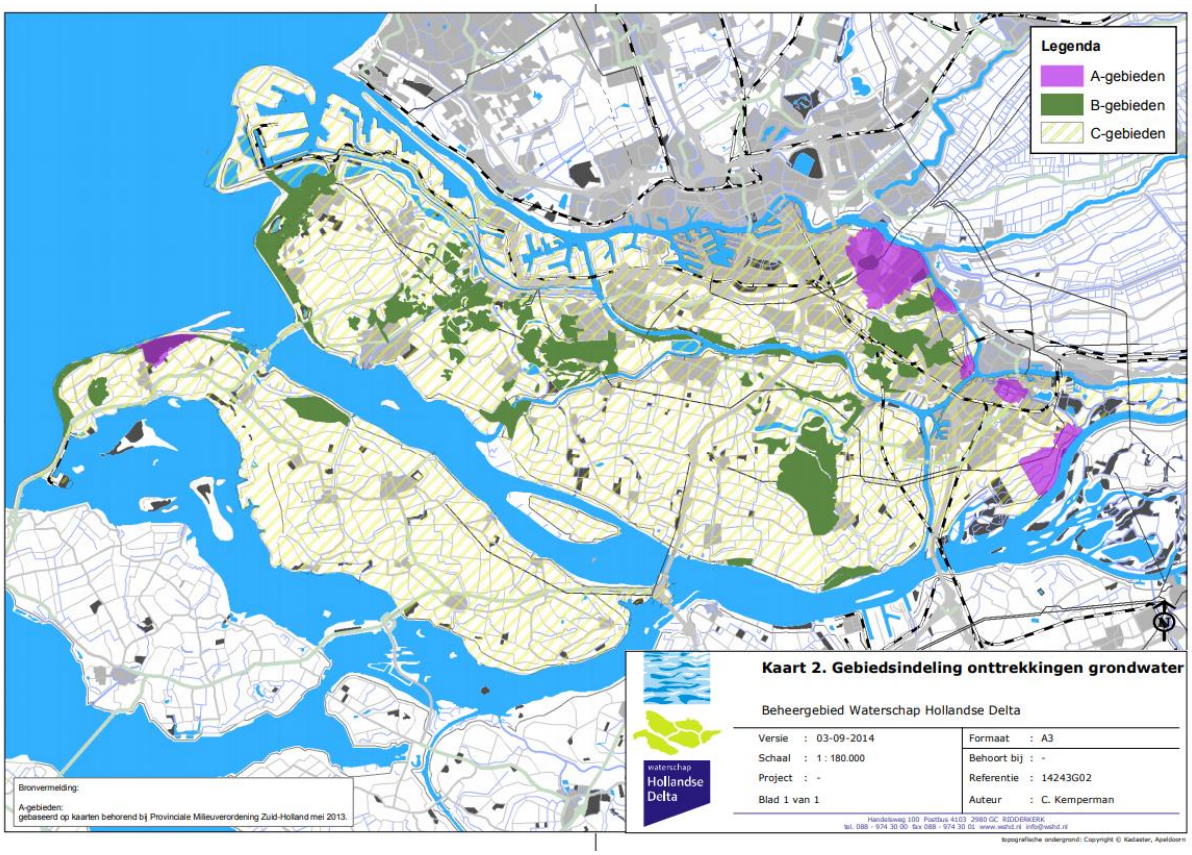
- De afzonderlijke bemalingen (segmenten) blijven onder de criteria voor het bemalingsdebiet per uur en waterbezwaar per maand. Echter als de segmenten gezamenlijk beoordeeld worden, wordt hier niet aan voldaan en is een vergunning benodigd. Hetzelfde geldt voor het totale waterbezwaar.
- Het bemalingsdebiet per uur voor de kelder bij het converterstation ligt ook onder het genoemde criterium van maximaal 150 m^3/uur, maar het totale waterbezwaar ligt boven de genoemde maximale hoeveelheid van 50 000 m^3/maand. Op basis hiervan is een vergunning benodigd.

Aannemer dient met waterschap af te stemmen of de bemaling als totaal moet worden beoordeeld en of vanuit dat oogpunt een vergunning noodzakelijk is.

Tabel 3-2: Tabel met regels rondom onttrekkingen in beheersgebied van Hollandse Delta (enkel de regels rondom een bouwput en sleufbemaling zijn weergegeven)

Check doel	Check criteria	Check melding
Algemene regel/doel	**Criteria**	**Melden**
GW 1. Onttrekking voor bouwputbemaling, sleufbemaling, proefbronnering of grondsanering	1. gebieden A en/of B: <60 m3 per uur, en <20.000 m3 per maand, en <50.000 m3 in totaal, en <26 weken	a. bij een onttrekking langer dan 48 uur, maar korter dan 8 weken, ten minste 5 werkdagen voor aanvang van de activiteiten aan het waterschap; b. bij een onttrekking langer dan 8 weken, ten minste 4 weken voor aanvang van de activiteiten aan het waterschap.
	2. gebied C:<150 m3 per uur, en <50.000 m3 per maand, en <200.000 m3 in totaal, en <26 weken.	
	3. gebieden B en/of C: <10 m3 per uur en <50.000 m3 per jaar.	

Bron: https://www.wshd.nl/_flysystem/media/overzicht-meld--en-vergunningplicht-bij-het-onttrekken-van-grondwater.pdf



Figuur 3-2: Gebiedsindeling onttrekkingen grondwater Waterschap Hollandse Delta

Risico's - Opbarsting

Opbarsting ontstaat wanneer de stijghoogte van het onderliggende zandpakket aanzienlijk hoger ligt dan het niveau van de put. In dat geval is er sprake van een sterke opwaartse druk van water vanuit het onderliggende watervoerende pakket. Wanneer de kleilaag door de afgraving dusdanig dun is geworden kan deze klei opbarsten als gevolg van deze druk. Op basis van de beschikbare gegevens kan worden aangenomen dat er geen kleilaag aanwezig in de (ondiepe) ondergrond waardoor het risico op opbarsting hier niet aan de orde is.

Risico's – Zetting

Veranderingen in de grondwaterstand en stijghoogte kunnen leiden tot zettingen / maaivelddaling. Vooral slecht doorlatende klei en veen afzettingen zijn gevoelig voor zetting bij een verlaging van de grondwaterstand. De verlaging van de freatische grondwaterstand bij de bemaling is tijdelijk, en bovendien bestaat de ondergrond voornamelijk uit grove zandafzettingen. Zandlagen zijn relatief ongevoelig voor zetting. Bovendien bevindt zich langs het tracé geen kwetsbare (i.e. gevoelig voor zetting) infrastructuur of bebouwing. De zetting die ontstaat bij de verlaging van de grondwaterstand door de bemalingen op de Maasvlakte zal daarom klein tot verwaarloosbaar zijn.

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Auteurs
Rianne Boks
Sebastian Huizer (controle)

Projectnummer

Datum
25-06-2021

Status
Concept

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

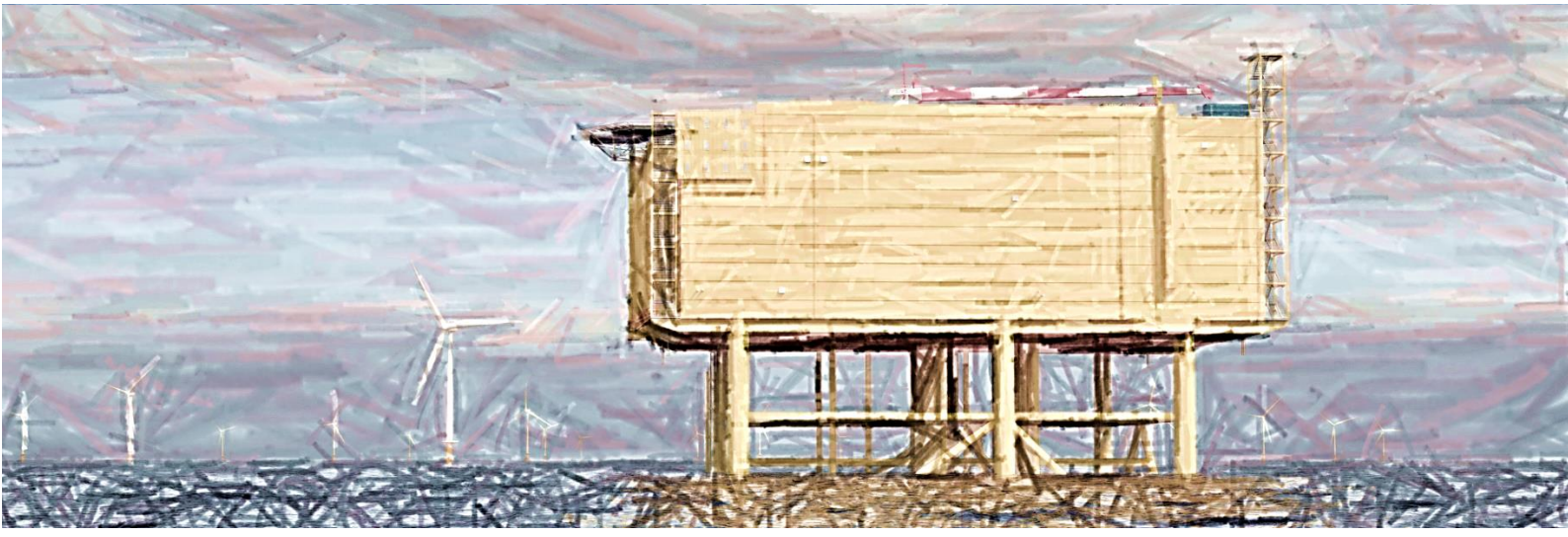
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage VII-A Passende Beoordeling planMER en Inpassingsplan



Datum: 12-11-2021
Versienummer: 2.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 7
1.1 Aanleiding 7
1.2 Duurzame energie 7
1.2.1 Redenen 7
1.2.2 Routekaart 2023 8
1.2.3 Routekaart 2030 8
1.3 Net op zee IJmuiden Ver Beta 10
1.4 Doelstelling Passende Beoordeling 10
1.5 Leeswijzer 12
2 Wet natuurbescherming 13
2.1 Inhoud van de wet 13
2.2 Algemene bepalingen 13
2.3 Beschermde gebieden 13
2.4 Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden 14
2.5 Plan of project 14
2.6 Beoordeling van projecten 14
3 Voorgenomen activiteit 16
3.1 Overzicht 16
3.2 Platform op zee 17
3.2.1 Locatie platform 17
3.2.2 Ontwerp 18
3.2.3 Voorbereiding 20
3.2.4 Aanleg 20
3.2.5 Gebruik en onderhoud 24
3.2.6 Faciliteiten 25
3.2.7 Afwatering en toiletsystemen 25
3.2.8 Verlichtingsplan 26
3.2.9 Veiligheidsplan 26
3.2.10 Verwijdering 27
3.3 Kabels op zee 27
3.3.1 Route kabels 27
3.3.2 Ontwerp kabels op zee 27
3.3.3 Corridor 28
3.3.4 Kabeldiepgang 29

3.3.5 Aanleg kabels 30
3.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen 34
3.3.7 Gebruik en onderhoud 34
3.3.8 Verwijdering 35
3.4 Kabels op land 35
3.4.1 Route kabel 35
3.4.2 Aanleg 36
3.4.3 Gebruik en onderhoud 39
3.4.4 Verwijdering 39
3.5 Kabelverbindingen 40
3.5.1 Moflocaties (op zee) 40
3.5.2 Verbindingsmof (overgang zee/land) 40
3.5.3 Mofput (op land) 40
3.5.4 Aardputten (op land) 41
3.6 Converterstation 41
3.6.1 Locatie en afmetingen 41
3.6.2 Ontwerp 43
3.6.3 Aanleg 43
3.6.4 Gebruik en onderhoud 44
3.6.5 Verwijdering 44
3.7 Planning 44
3.7.1 Op zee 44
3.7.2 Op land 45
4 Afbakening 47
4.1 Inleiding 47
4.2 Vertroebeling 47
4.3 Sedimentatie 49
4.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 50
4.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid 51
4.6 Bovenwaterverstoring op zee 53
4.6.1 Door geluid en visuele verstoring 53
4.6.2 Verstoring door licht 55
4.7 Verstoring op land 57
4.7.1 Geluid 57
4.7.2 Licht 59

4.7.3 Visuele (optische) verstoring 60
4.8 Habitataantasting 60
4.8.1 Habitataantasting op zee 60
4.8.2 Habitataantasting (mechanische effecten) op land 61
4.9 Elektromagnetische velden 62
4.9.1 Elektromagnetische velden op zee 62
4.9.2 Elektromagnetische velden op land 67
4.10 Verontreiniging op zee 68
4.11 Warmteontwikkeling 68
4.12 Verdroging op land 68
4.13 Verzuring en vermesting 69
4.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 71
5 Betrokken Natura 2000-gebieden 73
5.1 Het studiegebied 73
5.2 Beïnvloedde instandhoudingsdoelen 75
5.3 Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied 76
5.3.1 Bruine Bank 76
5.3.2 Voordelta 77
5.3.3 Voornes Duin 79
6 Systeem- en gebiedsbeschrijving 81
6.1 Natura 2000-gebieden 81
6.1.1 Natura 2000-gebied Bruine Bank 81
6.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta 81
6.1.3 Natura 2000-gebied Voornes Duin 84
6.2 Habitattypen 84
6.2.1 Inleiding 84
6.2.2 Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B) 85
6.2.3 Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B) 86
6.2.4 Schorren en zilte graslanden (buitendijks) (H1330A) 86
6.3 Habitatrichtlijnsoorten 86
6.3.1 Zeeprik (H1095) 86
6.3.2 Rivierprik (H1099) 87
6.3.3 Elft (H1102) 88
6.3.4 Fint (H1103) 90
6.3.5 Bruinvis (H1351) 91

6.3.6 Gewone zeehond (H1364) 92
6.3.7 Grijze zeehond (H1365) 93
6.3.8 Noordse woelmuis (H1340) 94
6.4 Broedvogels 96
6.4.1 Geoorde fuut (A008) 96
6.4.2 Aalscholver (A017) 96
6.4.3 Kleine zilverreiger (A026) 97
6.4.4 Lepelaar (A034) 98
6.5 Niet-broedvogels 99
6.5.1 Eenden en ganzen 99
6.5.2 Steltlopers 109
6.5.3 Zichtjagers 116
6.6 Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving 136
6.6.1 Bruine Bank 136
6.6.2 Voordelta 136
6.6.3 Voornes Duin 139
7 Effectbepaling 140
7.1 Vertroebeling 140
7.1.1 Modelstudie 140
7.1.2 Achtergrondconcentraties 148
7.1.3 Effecten op trekvissen 148
7.1.4 Effecten op zichtjagende vogels 152
7.1.5 Effect op bodemdieren (filterfeeders) 153
7.2 Sedimentatie 155
7.3 Verstoring door continu onderwatergeluid 156
7.4 Verstoring door impuls-onderwatergeluid 158
7.4.1 Leeswijzer 158
7.4.2 Modelstudie en drempelwaarden 158
7.4.3 Geluidsnormen 158
7.4.4 Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden 158
7.4.5 Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen 160
7.4.6 Effecten van impuls-onderwatergeluid op trekvissen 163
7.5 Verstoring door geluid, licht en beweging 164
7.5.1 Op zee, buiten de kustzone (o.a. Bruine Bank) 164
7.5.2 Op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta) 167

7.6 Habitataantasting 170
7.6.1 Habitataantasting op zee 170
7.6.2 Habitataantasting op land 172
7.7 Elektromagnetische velden op zee 172
7.7.1 Effecten op bruinvissen 173
7.7.2 Leemtes in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie 175
7.8 Verzuring en vermesting 175
7.8.1 Ecologische beoordeling 175
7.8.2 Betekenis van zeer lage deposities 176
8 Cumulatie 178
8.1 Toelichting 178
8.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets 179
8.3 Impuls-onderwatergeluid 179
8.4 Vertroebeling 180
8.4.1 Vergunde projecten 180
8.4.2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta 184
8.5 Elektromagnetische velden 188
9 Toetsing 192
9.1 Inleiding en leeswijzer 192
9.2 Bruine Bank 192
9.3 Voordelta 194
9.4 Overige Natura 2000-gebieden 202
10 Conclusie 203
10.1 Gebiedsbescherming 203
10.2 Mitigerende maatregelen 203
11 Referenties 206
Bijlage A Ecologische beoordeling stikstofdepositie 213
Colofon 214

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie paragraaf 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat voor 2030 windparken in verschillende windenergiegebieden op zee worden gebouwd en aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de Routekaart windenergie op zee 2030.

Na afronding van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta is in totaal 4 GW vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Met het project Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt 2 GW aangesloten. Door de minister van EZK is gekozen voor aansluiting op hoogspanningsstation Amaliahaven op de Maasvlakte. De afvoer van de andere 2 GW is beschouwd in het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Hier wordt aangesloten op hoogspanningsstation Borssele.

In deze rapportage vindt een toetsing plaats voor het onderdeel gebiedsbescherming in het kader van de Wet natuurbescherming (voorheen Flora- en faunawet) voor Net op zee IJmuiden Ver Beta. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha is een aparte passende beoordeling opgesteld.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO_2. Te veel CO_2 is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO_2-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Sociaal-Economische Raad, 2013), de daaropvolgende Energiedialoog (Energiedialoog, 2016) en de Energieagenda (Kamerstuk 31510, 2016) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het regeerakkoord van 2017 bouwt hierop voort (Rijksoverheid, 2017).

1.2.2 Routekaart 2023

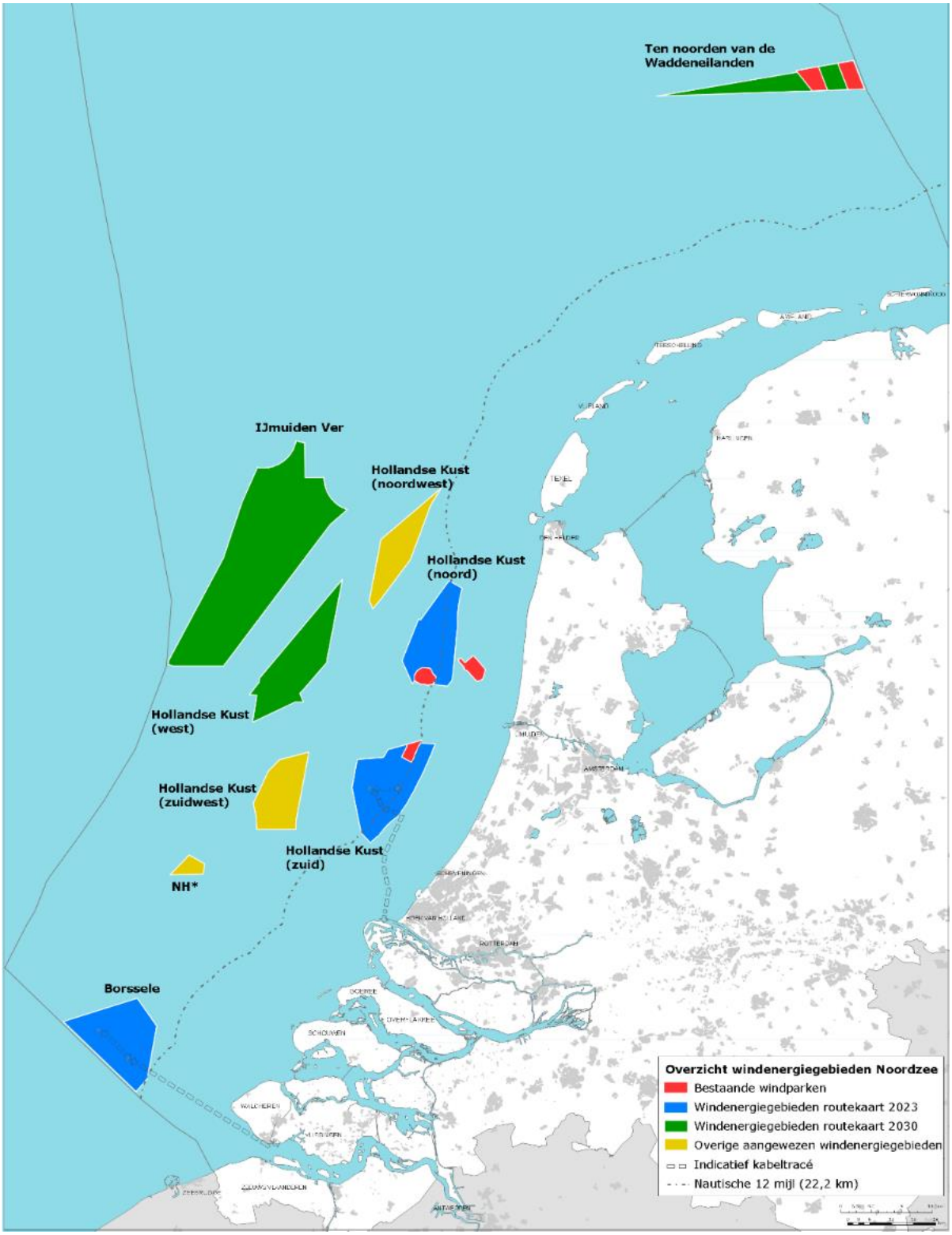
In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5 gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 laat zien dat er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd en in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I t/m IV. Het windpark in Borssele is in gebruik.

1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe Routekaart windenergie op zee 2030 (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord van 2017 bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO_2-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030. Rekening houdend met de bestaande windparken (ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de Routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en windenergiegebied IJmuiden Ver.

De reden om een Routekaart windenergie op zee 2030 op te stellen was tweeledig. Allereerst is continuïteit in de realisatie van windenergie op zee belangrijk voor het tijdig halen van de bovengenoemde opgave. Om in 2024 of 2025 het eerste windpark in gebruik te kunnen nemen, is het noodzakelijk om in 2021 voor de betreffende kavel(s) een tender uit te schrijven. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1 weergegeven.



*Figuur 1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de Routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de Routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel); *NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder* (ministerie van EZK, 2018)

1.3 Net op zee IJmuiden Ver Beta

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee.

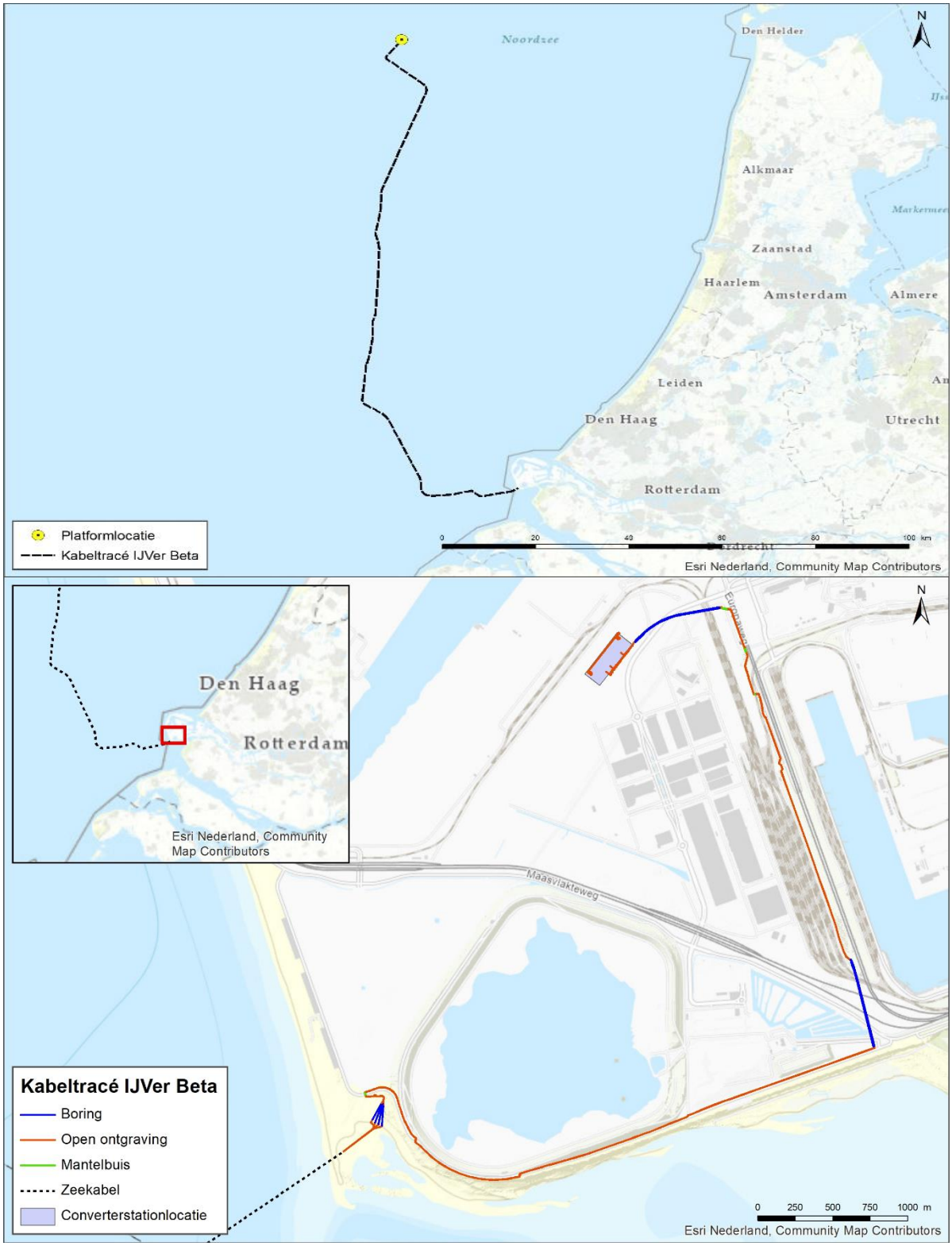
TenneT is voornemens om twee netaansluitingen te realiseren die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta is één van deze twee verbindingen. Een overzicht van het VKA is weergegeven in Figuur 2.

1.4 Doelstelling Passende Beoordeling

Omdat niet op voorhand is uit te sluiten dat de aanleg, het gebruik en het beheer en onderhoud van een platform op zee, kabels op zee en land en een converterstation op land een (negatief) effect heeft op de in de Wet natuurbescherming beschermde gebieden en soorten is deze Passende Beoordeling opgesteld. Voorliggende rapportage betreft daarmee een toetsing in het kader van de Wet Natuurbescherming, die op 1 januari 2017 in werking is getreden. In deze wet zijn de voormalige Natuurbeschermingswet 1998, Flora- en faunawet en Boswet samengevoegd. In deze rapportage vindt een toetsing plaats voor het onderdeel gebiedsbescherming (voorheen Natuurbeschermingswet 1998).

Behalve toetsing aan de gebiedsbescherming in de Wet natuurbescherming is er binnen dit project ook getoetst aan:

- Wet Natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets) (MER bijlage VII-B).
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN) (MER bijlage VIII-A).
- Waterwet, toetsing Kaderrichtlijn Water/ Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren (MER bijlage VII-C).
- Waterwet, toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (MER bijlage VII-C).

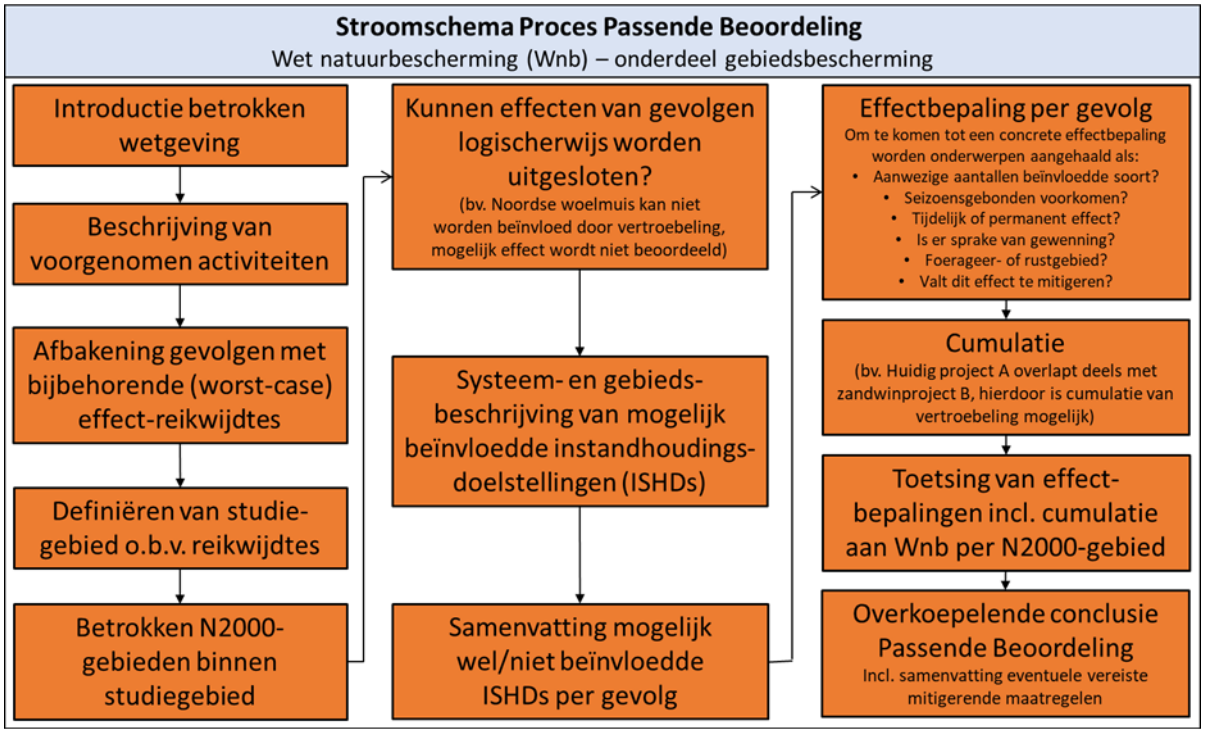


Figuur 2 Boven: overzichtskaart VKA-tracé Net op zee IJmuiden Ver Beta op zee inclusief locatie van het platform. Onder: Ingezoomde kaart van het VKA-tracé inclusief werkterrein, in/uittredepunten en het converterstation

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader: de Wet Natuurbescherming. Daarna is in hoofdstuk 3 een beschrijving gegeven van de voorgenomen activiteit. In hoofdstuk 4 vindt een afbakening plaats, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht dienen te worden. In hoofdstuk 5 volgt een beschrijving van de Natura 2000-gebieden binnen de reikwijdte van de optredende effecten. In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op de instandhoudingdoelstellingen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen. In hoofdstuk 7 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven. In hoofdstuk 8 worden de effecten getoetst in het licht van mogelijk cumulerende projecten. In hoofdstuk 9 worden de effecten getoetst aan de wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van betrokken Natura 2000-gebieden. In hoofdstuk 10 is de conclusie beschreven. In dit hoofdstuk wordt ook ingegaan op mitigerende maatregelen, waarmee significante effecten op Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen worden beperkt en/of voorkomen. In hoofdstuk 11 zijn ten slotte de gebruikte (literatuur)bronnen vermeld.

Het proces dat doorlopen wordt in deze passende beoordeling is visueel weergeven in de vorm van een stroomschema in Figuur 3.



Figuur 3 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen in deze passende beoordeling.

2 Wet natuurbescherming

2.1 Inhoud van de wet

De Wet natuurbescherming (Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De wet kent een algemeen deel (hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2), soorten (hoofdstuk 3) en houtopstanden, hout en houtproducten (hoofdstuk 4) en verder delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (hoofdstuk 5), financiële bepalingen (hoofdstuk 6), handhaving (hoofdstuk 7), overige bepalingen (hoofdstuk 8) en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht (hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (hoofdstuk 10). In navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de relevante delen van de wet gegeven.

2.2 Algemene bepalingen

De Wnb schrijft het opstellen een nationale en provinciale natuurvisie voor. De nationale natuurvisie bevat de hoofdlijnen van het rijksbeleid op het gebied van natuur en natuurbescherming (artikel 1.5). De provinciale natuurvisies beschrijven het provinciale beleid op dit gebied (artikel 1.7).
De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten (ook soorten die niet beschermd zijn!) (artikel 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (artikel 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (artikel 1.11, lid 3).
In het eerste hoofdstuk van de wet wordt ook ingegaan op de beschermingsmaatregelen waarvoor gedeputeerde staten van de provincies zorg moeten dragen (artikel 1.12, lid 1). Het gaat daarbij om:

- De biotopen en leefgebieden van alle in Nederland voorkomende soorten vogels (onderdeel a).
- Behoud en herstel van soorten, habitats en habitats van soorten van bijlage I, II, IV en V van de Habitatrichtlijn (onderdeel b).
- Behoud en herstel van soorten die opgenomen zijn op de bij de natuurvisie horende rode lijst (onderdeel c).

2.3 Beschermde gebieden

De Wet Natuurbescherming (Wnb) maakt het mogelijk gebieden aan te wijzen als beschermde natuurgebieden. De Wnb noemt daarbij verschillende soorten gebieden:

- De provincies (gedeputeerde staten) dragen zorg voor de totstandkoming en instandhouding van een samenhangend landelijk ecologisch netwerk, het Natuurnetwerk Nederland (NNN) (artikel 1.12, lid 2).
- Buiten het NNN kunnen gedeputeerde staten gebieden aanwijzen met bijzondere natuurwaarden of landschappelijke en cultuurhistorische waarden. Deze gebieden worden “bijzondere provinciale natuurgebieden” en “bijzondere provinciale landschappen” genoemd (artikel 1.12, lid 3).
- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit wijst gebieden aan ter uitvoering van de verplichtingen die voortvloeien uit de Vogel- en Habitatrichtlijn. Deze gebieden zijn de Natura 2000-gebieden (artikel 2.1, lid 1).

- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kan - buiten bestaande Natura 2000-gebieden - een gebied aanwijzen als “bijzonder nationaal natuurgebied” (artikel 2.11, lid 1).

De Wnb kent alleen voor de Natura 2000-gebieden een toetsingskader. De bescherming van het NNN verloopt via het planologische spoor (bestemmingsplannen of inpassingsplannen). Ten aanzien van de bescherming van bijzondere nationale en provinciale natuurgebieden en bijzondere provinciale landschappen is in de Wnb geen regeling opgenomen. Provincies kunnen -wanneer zij een dergelijk gebied aan zouden wijzen- daarvoor zelf een regeling opstellen.

2.4 Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wijst Natura 2000-gebieden aan. In ieder besluit tot aanwijzing van een Natura 2000-gebied zijn de instandhoudingsdoel(stelling)en voor het betreffende gebied beschreven. Daarbij gaat het in ieder geval om instandhoudingsdoelen ten aanzien van de leefgebieden van vogels, voor zover nodig ter uitvoering van de Vogelrichtlijn en/of ten aanzien van habitats en habitats van soorten, voor zover nodig ter uitvoering van de Habitatrichtlijn. Op de aanwijzing of wijziging van de aanwijzing van gebieden is afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht van toepassing (deze besluiten staan dus open voor bezwaar en beroep), tenzij het een wijziging van ondergeschikte aard is (artikel 2.1).

Gedeputeerde staten - en in bepaalde gevallen het ministerie van LNV - zijn verplicht zorg te dragen voor het treffen van instandhoudingsmaatregelen ten aanzien van de in de provincie gelegen Natura 2000-gebieden en moeten ook -indien daar aanleiding voor bestaat- passende maatregelen nemen om verslechtering van de kwaliteit van Natura 2000-gebieden te voorkomen (artikel 2.2). Daarnaast moet er voor ieder Natura 2000-gebied een beheerplan worden opgesteld (artikel 2.3).

2.5 Plan of project

De Wnb maakt onderscheid in plannen en projecten. Een plan gaat over het voornemen tot het verrichten van een handeling of om het scheppen van een (planologisch) kader voor een toekomstige handeling. Een project gaat altijd om een daadwerkelijk uit te voeren handeling.

2.6 Beoordeling van projecten

Het is verboden zonder vergunning van gedeputeerde staten een project te realiseren dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied. Voor deze projecten wordt de vergunning alleen verleend nadat uit een passende beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project, of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een passende beoordeling is gemaakt en een nieuwe passende beoordeling geen nieuwe gegevens op inzichten op kan leveren.
Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets door de minister van Landbouw,

Natuur en Voedselkwaliteit een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend. De te nemen compenserende maatregelen moeten onderdeel uitmaken de vergunning voor het betreffende project. Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (artikel 2.7 lid 2 en lid 3 en 2.8 lid 1-8).

3 Voorgenomen activiteit

3.1 Overzicht

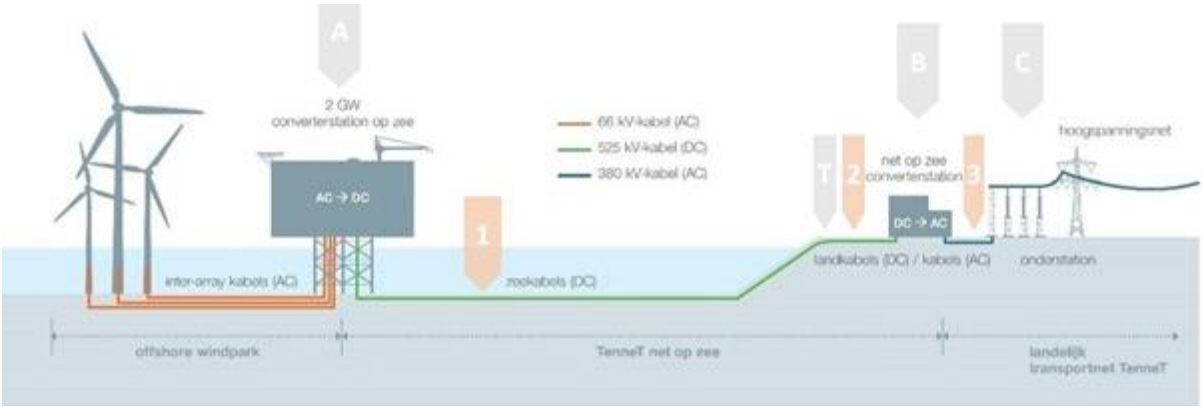
In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de voorgenomen activiteiten kunnen veranderen. Er is in deze activiteitenbeschrijving uitgegaan van een worst-case scenario. Het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta loopt van het platform IJmuiden Ver Beta in windenergiegebied IJmuiden Ver via kabels (gelijkspanning) in de zeebodem en op land naar een converterstation op de Tweede Maasvlakte tot aan een nieuw te realiseren 380kV-hoogspanningsstation op de Maasvlakte (station Amaliahaven). Het platform, de kabels (zowel op zee als op land) en het converterstation zijn onderdeel van het project, het nieuwe hoogspanningsstation niet. De platformlocatie en het VKA-tracé op zee en land van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn te zien Figuur 2 (in hoofdstuk 1).

In de activiteitenbeschrijving en de verdere toetsing wordt ingegaan op de aanleg, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen. Per effect wordt aangegeven welke fase als meest verstorend (worst-case) wordt beoordeeld. Omdat de aanleg- en gebruiksfase meer verstoring geven dan de verwijderfase is deze laatste niet of zeer beperkt in dit hoofdstuk omschreven.

Wanneer in deze Passende Beoordeling gesproken wordt over de voorgenomen activiteit op Net op zee IJmuiden Ver Beta (of over het VKA-tracé), dan omvat dit de onderstaande onderdelen die zijn uitgetekend in Figuur 4:

- Een platform op zee met een converterstation voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom[1] (A).
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom (1).
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op land voor het verdere transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation (2).
- Een converterstation op land op de Tweede Maasvlakte voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom[2] (B).

Onder Figuur 4 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De aanlegwijze per onderdeel wordt in de paragrafen hierna toegelicht.



Figuur 4 Overzicht van Net op zee IJmuiden Ver Beta

[1] Ook wel Direct Current (DC) genoemd.

[2] Ook wel Alternating Current (AC) genoemd.

Platform op zee (A)
Het platform vormt de interface tussen het kabelsysteem van het windpark en het kabelsysteem op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de interface vormt waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. Het platform op zee heeft een transportcapaciteit van 2000 MW.

Converterstation (B)
Het converterstation op land vormt de interface tussen de 525kV-gelijkstroomkabels op land en de 380kV-wisselstroomkabels op land. De belangrijkste functies van het onshore converterstation zijn het omzetten van de gelijkstroom naar wisselstroom en het omzetten van de spanning van 525 kV naar 380 kV.

Kabelsysteem voor de aanlanding op het landnetwerk (525 kV) (DC)
Het kabelsysteem op zee verbindt het platform met het converterstation op land. Het kabelsysteem van de kabels kan worden opgedeeld in twee hoofddelen:

- Op zee: 525kV-gelijkstroomkabel van het platform tot de verbindingsmof voor de land-waterconnectie (1).
- Op land: 525kV-gelijkstroomkabel van de verbindingsmof tot het converterstation (2).

Verbindingsmof, moflocaties en mofputten
De verbindingsmof is de plek waar de zeekabels en de landkabels aan elkaar worden gekoppeld. Het kabelgedeelte op land heeft op zichzelf ook nog verschillende mofputten. Ook op het VKA-tracé op zee zijn meerdere moflocaties. De exacte locaties van de moflocaties op zee zijn nog niet bekend ten tijde van het opstellen van voorliggend stuk. Worst-case wordt uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer, in de kustzone worden geen moflocaties aangelegd. Een moflocatie of -put omvat een relatief kleine ingreep en wordt altijd aangelegd in lijn van het tracé binnen het ruimtebeslag van de reeds aanwezige werkterreinen.

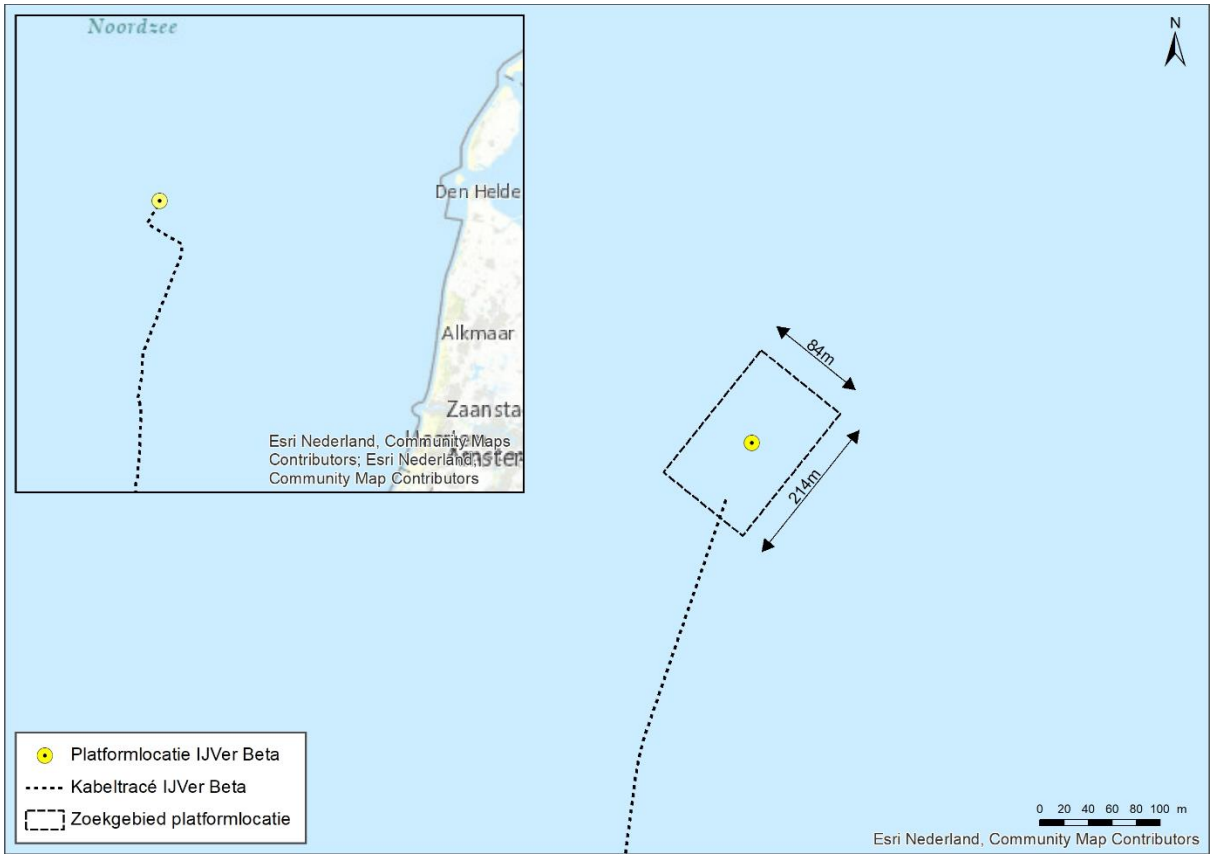
3.2 Platform op zee

Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de interface vormt waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform (februari 2021) weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst-case maxima.

De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver worden aangesloten op het platform van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Beta.

3.2.1 Locatie platform

De locatie van platform IJmuiden Ver Beta (X=539056.3, Y=5862970.3) is te zien in Figuur 5.



Figuur 5 Platformlocatie van IJmuiden Ver Beta.

3.2.2 Ontwerp

Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen. De vier onderdelen zijn:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De draagconstructie, ofwel de jacket (met heipalen of suction buckets).
- Funderingspalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond de jacket.

In Figuur 6 is een artist impression van het ontwerp van een DC-converterstation van 2 GW voor een offshore platform te zien. De belangrijkste uitgangspunten voor de elementen van het ontwerp zijn:

- Het platform bevat alle systemen (hoogspanning, nood, secundair en veiligheid) die nodig zijn om de benodigde 2 GW te transporteren.
- Het platform bevat een converterstation, waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden.
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform wordt tijdelijk bemand, met modulaire woonruimten.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.
- Toegang tot het platform geschiedt per helikopter en boot.
- De plaatsing van stenen rond de basis van de mantel. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen en om de kabels te beschermen tegen langere vrije overspanningen en de impact van trillingen.



Figuur 6 Artist impression van het concept van 2 GW DC platform op zee

Hoewel het ontwerp gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp van de draagconstructie:

- Waterdiepte op locatie zal bepalend zijn voor de afmetingen van de draagconstructie.
- Bodemcondities zijn bepalend voor de afmetingen van de funderingspalen.
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang en samenstelling van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal steunpoten.

Het windpark is verbonden met het platform via 66kV-zeekabels die via J-tubes het platform binnenkomen. De kabeluiteinden zijn verbonden met de 66kV-GIS-baaien (gasgeïsoleerde schakelinstallaties). Van daaruit wordt de spanning verhoogd naar 525kV-wisselstroom (AC) waarna deze wordt omgezet naar 525kV-gelijkstroom (DC).

Er zijn twee opties voor het type fundatie van het platform:

- Jacket met heipalen.
- Suction buckets.

Beide methoden worden in deze Passende Beoordeling meegenomen en toegelicht.

De draagconstructie zal voor elk type fundering 20-23 meter boven het water uitkomen. De bovenbouw (topside) is circa 80 x 110 meter (inclusief windconnector-readiness). De hoogte is circa 45 m. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck, meteomast en verblijfsruimten.

Het oppervlak bodembescherming (voor alle type fundaties) is circa 15.000 m^2. Op dit moment wordt er nog geen specifieke steensoort ‘voorgeschreven’ vanuit nature inclusive design (NID) voor de bodembescherming en wordt er vooral gekeken (vanuit NID) naar het plaatsen van additionele structuren in de nabijheid van het platform.

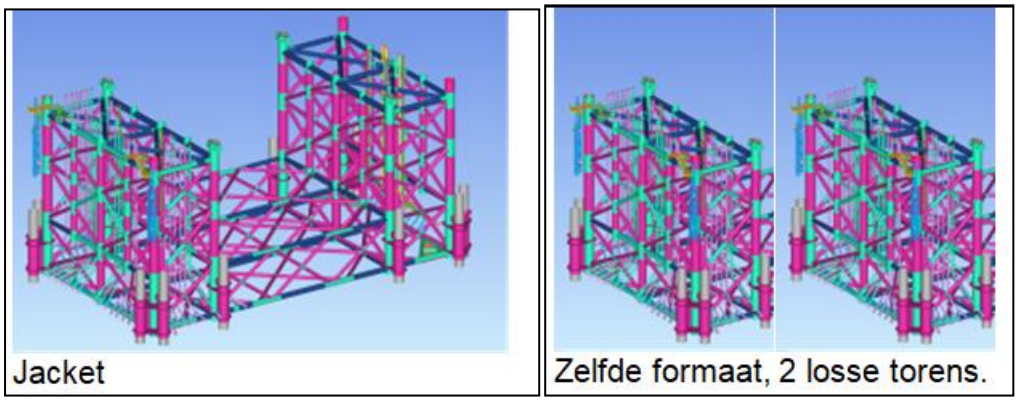
3.2.3 Voorbereiding

Voorafgaande aan de installatie worden verschillende locatie onderzoeken uitgevoerd, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering ("*cone penetration test*") per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd om de omvang van de erosiebescherming (steenbestorting) te bepalen. Gebaseerd op ditzelfde onderzoek voor Borssele en Hollandse Kust (zuid) is de verwachting dat deze bescherming hier nodig is. Worst-case is dat in de vorm van een grindlaag en daarop stenen tot 20 meter rondom het platform en tot 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels vanuit het platform met zakken stenen (rock-bags). Vanaf 100 meter van het platform worden de kabels 'normaal' begraven. In de directe omgeving van de erosiebescherming voor het platform kunnen enkele extra erosiebeschermingsstroken worden geplaatst om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken, die gebruikt kunnen worden om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen.

3.2.4 Aanleg

Bij de aanleg zal transport met boot en helikopter plaatsvinden. In de aanlegfase zal er, gedurende een jaar, ongeveer één helikoptervlucht per dag plaatsvinden.

Jacket met heipalen
Voor het ontwerp van de jacket zijn er de mogelijkheden van een "één jacket" en een "split-jacket" design (zie Figuur 7).



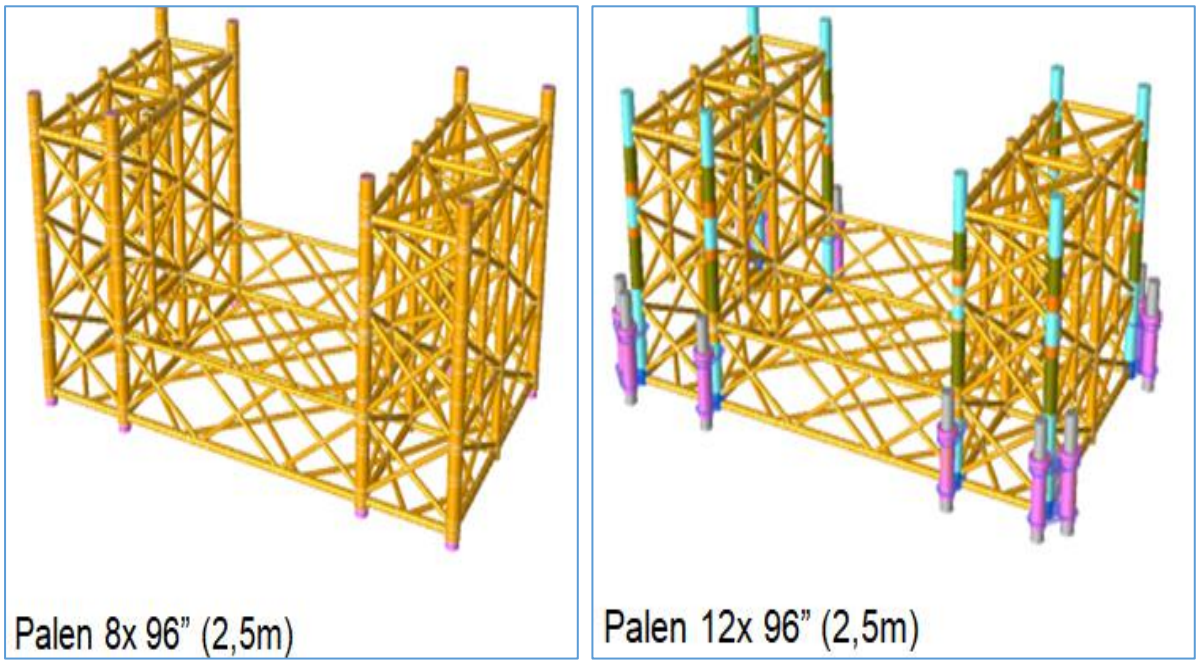
Figuur 7 De verschillende mogelijkheden voor het jacket - links "één jacket", en rechts "split-jacket".

Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger ("*dredging plough*" or "*suction hopper dredger*"). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond de jacket moet voorkomen. Dit duurt, afhankelijk van het weer circa 2 of 3 weken.

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket wordt vervolgens op een transportbak ("*barge*") naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer een dag per paal. De palen worden daarna vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem wordt verankerd. De installatie van de jacket duurt ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. Het plaatsen van de jacket gebeurt door een kraanschip met 54.000 kW vermogen. Dit kraanschip is naar verwachting 168 uur bezig en draait tijdens de werkzaamheden op 50% belasting. Daarnaast worden er twee sleepboten ingezet voor 48 uur, met 14.000 kW vermogen, welke draaien op 20% belasting.

Van de verschillende funderingsopties wordt bij een stalen jacket waar geheid wordt het meeste geluid geproduceerd. Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt er gekozen tussen een constructie met 8, 12 of 16 palen met een diameter van 2,5 meter per stuk en een wanddikte van 60-80 mm. De heipalen worden in de worst-case 60 meter diep de bodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.000 kJ. Waarschijnlijk wordt een heihamer gebruikt van het type IHC S-2500 of vergelijkbaar. De draagconstructie van het platform in het geval van een jacket met 8 of 12 palen is weergegeven in Figuur 8. In deze toets wordt voor een jacket uitgegaan van een worst-case scenario waarin 16 palen worden gebruikt voor de jacket met een diameter van 2,5 meter per stuk die 60 meter diep de bodem worden ingebracht. De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Worst-case wordt er 1 dag geheid per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig.

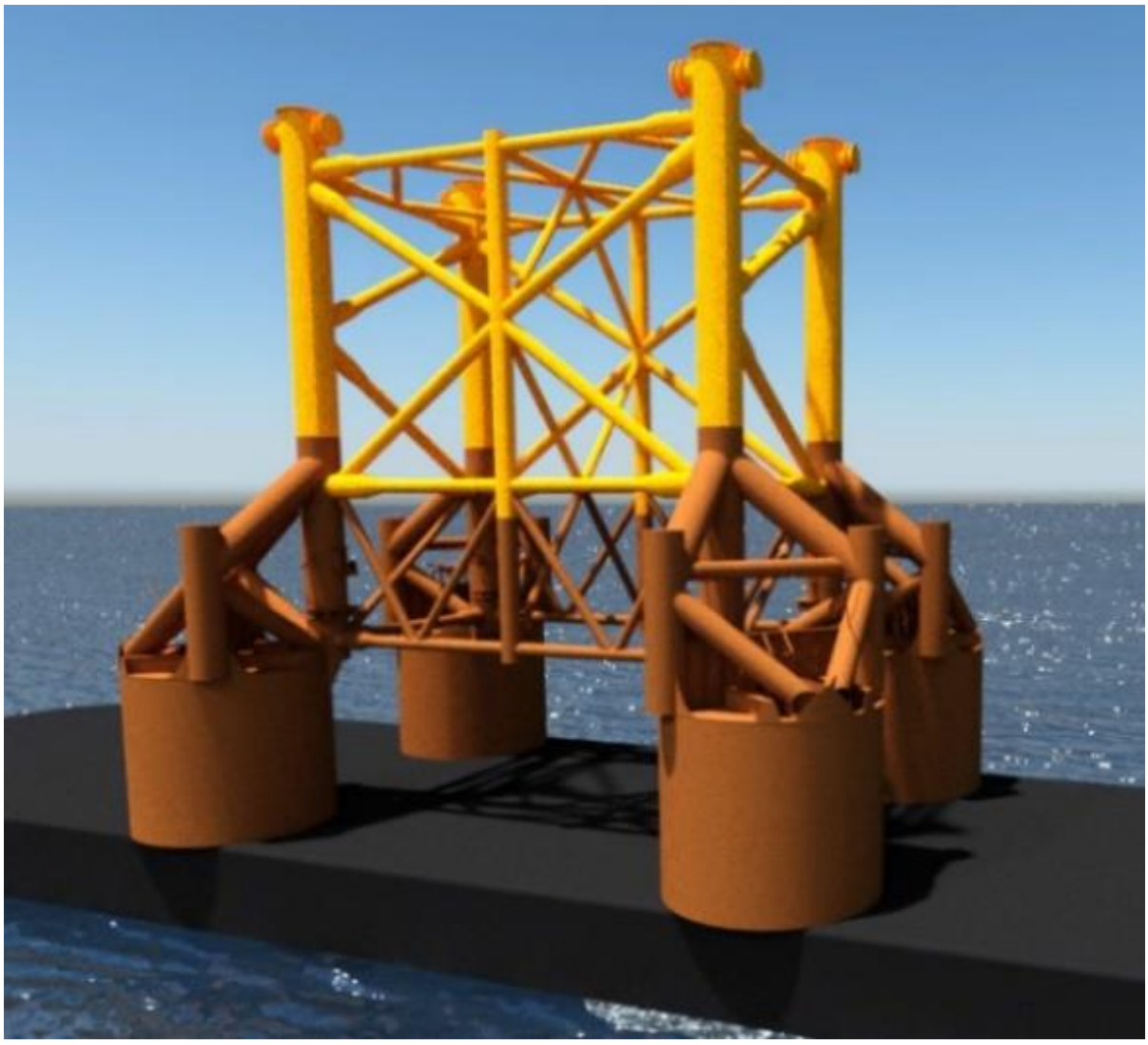


Figuur 8 Verschillende mogelijkheden voor de jacket. Links geeft de optie met 8 palen weer, 60 meter diep. Rechts de optie met 12 palen

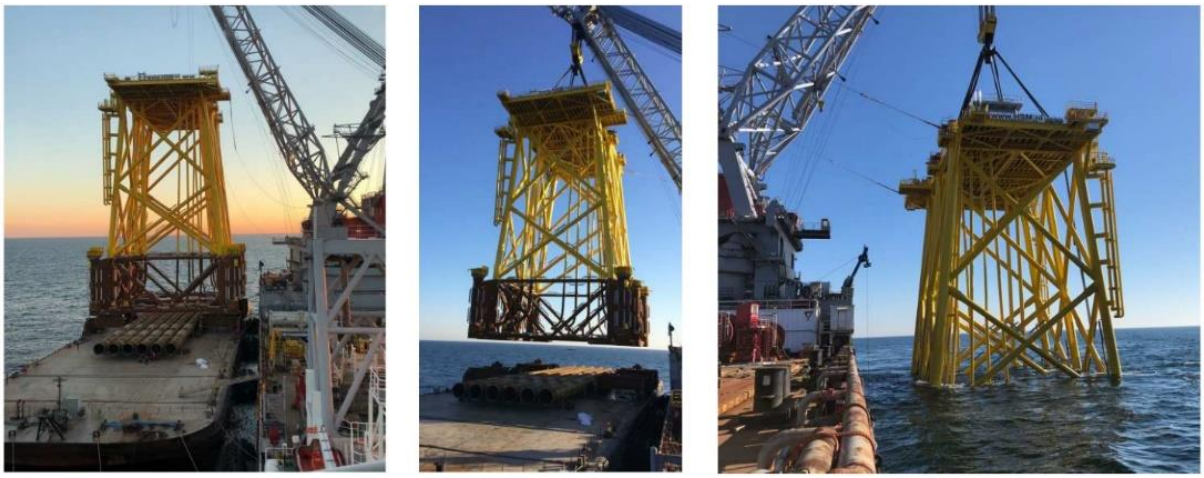
Jacket met suction buckets

Bij een jacket met suction buckets zal de fundering waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van circa 8 meter. Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 9. Het totaal oppervlak van de fundering is circa 400 m^2. De jacket wordt op het zeebed gezet waarna het water wordt weggepompt uit de buckets. Hierdoor ontstaat een onderdruk en worden de buckets als het ware het zeebed ingezogen. De buckets gaan 6 tot 8 meter de zeebodem in. De tijdsduur voor het

installeren van de draagconstructie is 2 tot 3 dagen. Bouw en installatie zijn gelijk aan stalen jacket maar zonder het heien. In Figuur 10 is een impressie van het plaatsen van een jacket weergegeven.



Figuur 9 Impressie van een jacket met suction buckets



Figuur 10 Impressie van het plaatsen van de jacket

Element op en rondom de jacket

TenneT is op dit moment bezig met het opstellen van een standaard aanpak voor building with nature rondom platformen. Rondom de jacket zal daarom een combinatie van de volgende maatregelen gerealiseerd worden:

- Vishotels aan de jacket.
- Grotere stenen op de steenbestorting en/of rondom het platform.
- Rifelementen op de steenbestorting en/of rondom het platform.

Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Impressie van building with nature elementen rondom een platform op zee

Topside

Als volgende stap in de aanleg van het platform wordt de topside geïnstalleerd. Ook de constructie van de topside van het platform vindt plaats op land. De topside wordt door middel van een transportbak (barge) naar de uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op de jacket plaatsen, zie Figuur 12. Een alternatieve methode is dat de topside over de jacket vaart en vervolgens de transportbak laat zakken, waardoor de topside op de jacket zakt. Om deze methode mogelijk te maken zal de jacket hierop ontworpen moeten worden. Vervolgens zal de topside aan de jacket worden vast gelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat het jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform ("*jack-up barge*") naast het platform worden geplaatst voor ongeveer achttien maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. De steunpoten van het werkplatform worden geplaatst op de eerdergenoemde erosiebeschermingsstroken.



Figuur 12 Plaatsen van de topside door middel van een kraan (drie afbeeldingen links) of door deze over het jacket te varen (foto rechts)

Vaarbewegingen

Voor de aanleg van het platform zijn een aantal vaarbewegingen nodig. Deze staan weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Vaarbewegingen voor de aanleg van het platform op zee.

Activiteit	Type schip	Vaarbeweging
Aanbrengen stortsteen t.b.v. platform	Fall pipe vessel	2x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Installeren	Jack up barge	1x retour vanuit Haven Rotterdam

3.2.5 Gebruik en onderhoud

Gedurende de gebruiksfase van het platform is regulier (gepland) onderhoud vereist. Hierbij worden de systemen van het platform algemeen onderhouden, ook kan groter onderhoud aan systemen plaatsvinden binnen dit geplande onderhoud wanneer dit nodig is. Bij storingen of defecten van systemen kan daarnaast ook ongepland onderhoud vereist zijn. De uitgangspunten omtrent onderhoud die in dit document worden aangehouden zijn worst-case, in praktijk is het aannemelijk dat de duur, frequentie en inzet van materieel lager is.

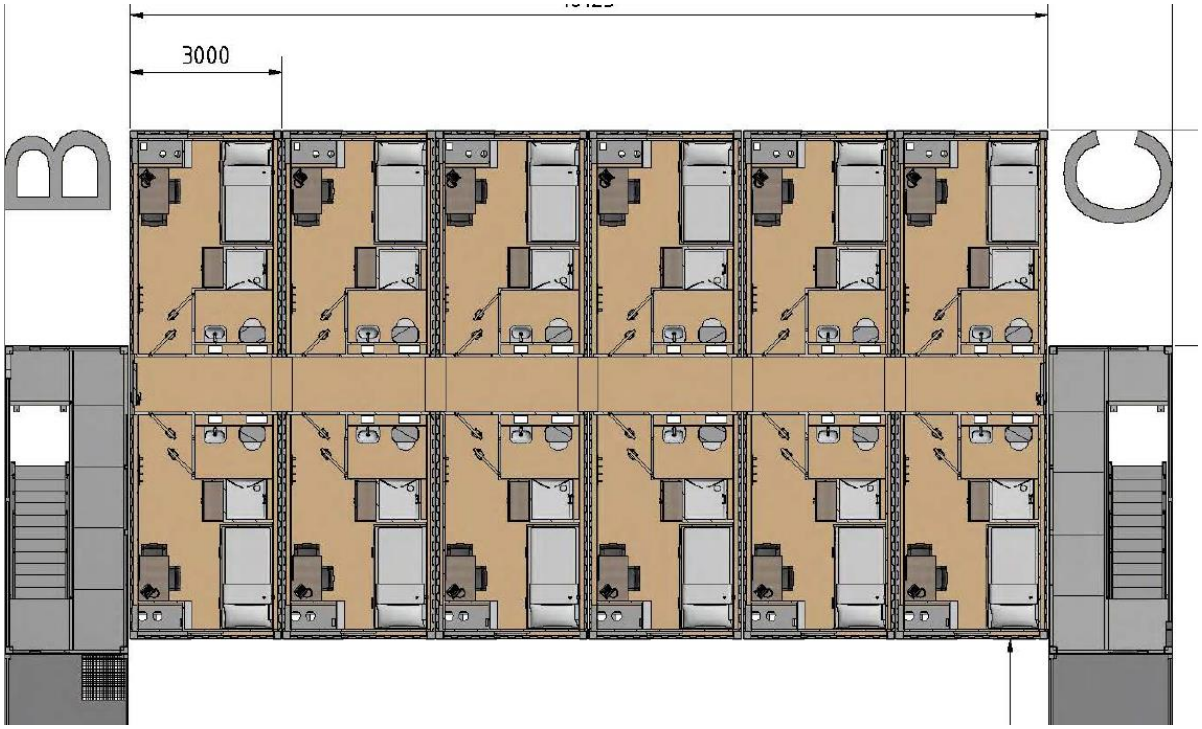
Regulier onderhoud gebeurt jaarlijks en neemt ongeveer drie weken in beslag. Tijdens deze periode worden 48 personeelsleden ingezet op het platform, zij worden naar alle waarschijnlijkheid middels een helikopter naar het platform getransporteerd. Hiervoor zijn ca. 33 helikopter vluchten vereist, voor materieel en andere benodigdheden zijn er daarnaast 4 vaarten met een (bevoorradings-) schip vereist. In de onwaarschijnlijke situatie dat personeel toch hoofdzakelijk met een schip naar het platform wordt gebracht wordt het aantal helikopter vluchten verlaagt naar 3 tot 8. Het aantal vaarten met een (bevoorradings- of crewtransfer-) schip wordt verhoogd naar ca. 29. De inzet van een schip voor het personeel leidt echter tot een groot verlies in tijd en flexibiliteit, hierdoor is de keuze voor deze optie in praktijk niet aannemelijk.

Ongepland onderhoud is worst-case vier keer per jaar nodig, de inschatting is dat elk ongepland onderhoud twee dagen in beslag neemt. Voor het verhelpen van storingen en defecten is snelheid van belang, om deze reden wordt een helikopter ingezet om enkele personeelsleden naar het platform te transporteren. Er zijn twee vluchten vereist per ongepland onderhoud. Er is geen inzet van schepen tijdens ongepland onderhoud.

Gedurende de levensduur wordt de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

3.2.6 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopter deck. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de bemanning in de verblijfsruimte in containers op het bovendek. Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 96 mensen. Gedurende regulier onderhoud verblijven er 48 mensen. Een impressie van de verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13 Impressie van de living quarters (48 persoons single cabin, 96 persoons double cabin)

3.2.7 Afwatering en toiletsystemen

Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, in zee geloosd worden. Voor hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in de vuilwatertank. Voor schoonmaakwerkzaamheden wordt water uit de drinkwatertank gebruikt. Het platform wordt gereinigd met hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een deckwash zal ongeveer 30 m^3 aan water worden gebruikt.
Er zijn op twee plekken toiletten op het platform:

- In de Modular Living Quarter (MLQ).
- In het permanente gedeelte van het platform.

In de MLQ zal dat bestaan uit normale toiletten en een sewage plant (zuiveringsinstallatie). De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. In het permanente gedeelte van het platform

komen verbrandingstoiletten en urinoirs. De sewage plant zal ongeveer 10m^3/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan.

Het meeste van die 10m^3/dag zal na verwerking worden geloosd in zee en een kleine hoeveelheid in de 'sludge tank' belanden. Deze wordt wanneer deze vol is geleegd door een offshore support schip. De verbrandingstoiletten 'verbranden' de vaste uitwerpselen en urine.

Het afvalwater van de toiletten wordt alleen gezuiverd bij gepland onderhoud. Tijdens ongepland onderhoud kan er gebruik gemaakt worden van de verbrandingstoiletten. Daardoor hoeft de zuiveringsinstallatie bij ongepland onderhoud niet aangezet te worden. Daarnaast is er een afvalwater tank van 20m³ toegevoegd aan het platform. Deze wordt gebruikt voor ongepland onderhoud tezamen met de verbrandingstoiletten. De afvalwater tank kan gedemobiliseerd worden. De inhoud van de afvalwater tank wordt niet geloosd.

3.2.8 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt a.d.h.v. de wettelijke richtlijnen waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO) ter beoordeling.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.
Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.

3.2.9 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden. Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.
In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren twee permanente dieselgeneratoren (circa 0,5-1,5 MW per stuk) het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd. Hierdoor zal een black-out niet leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

De dieselgeneratoren en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olielekkage naar zee te voorkomen. Op plekken waar olie kan lekken wordt dit opgevangen en via een olie-waterafscheider behandeld. In het geval er dan olie aanwezig is, wordt dit opgeslagen in een tank. In het geval er na de olie-waterscheiding geen olie aanwezig blijkt te zijn, gaat dit over boord. Water dat op de open dekken komt, gaat direct over boord.

Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformatorkamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

3.2.10 Verwijdering

De levensduur van het platform is tenminste 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving, blijven de funderingen deels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Mogelijk krijgen ze nog een andere functie. Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soort gelijke methode. Bij verwijdering van de jacket worden de palen minimaal 6 meter onder de zeebodem verwijderd. Gezien werkzaamheden als heien niet vereist zijn voor de verwijdering van het platform wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case worden daarom de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.3 Kabels op zee

3.3.1 Route kabels

Het VKA-tracé op zee loopt vanaf het platform tot de verbindingsmof met de landkabels op het strand bij de Maasvlakte zie Figuur 2 in hoofdstuk 1. Het gehele VKA-tracé op zee bestaat uit gebundelde 525kV-gelijkstroomkabels.

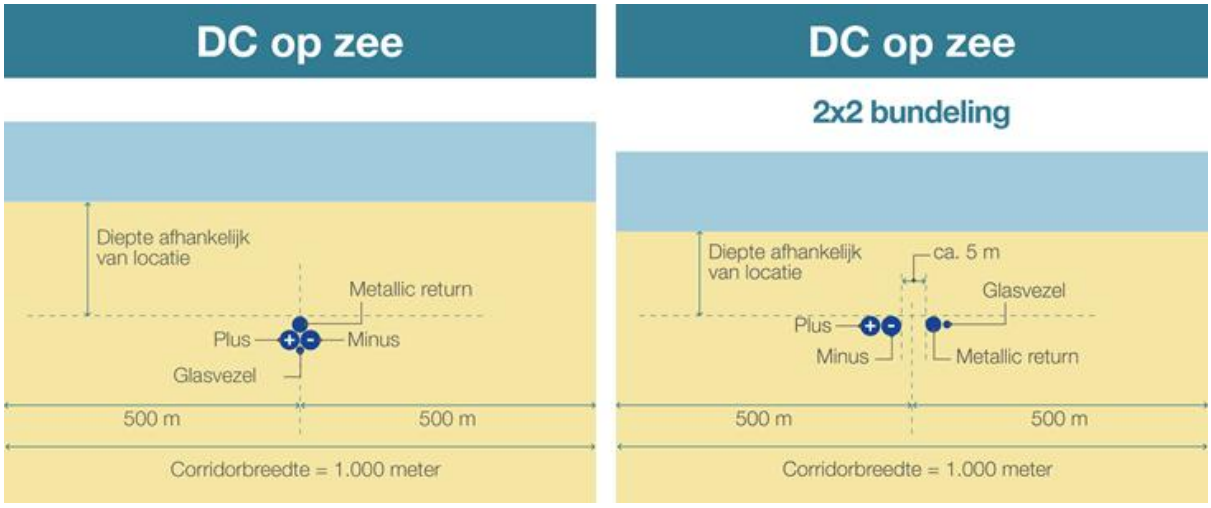
3.3.2 Ontwerp kabels op zee

De 525kV-gelijkstroomkabels op zee bestaan uit vier kabels. De kabels hebben een buitenste diameter van 150-190 mm (525kV-gelijkstroomkabels), 120–140 mm (metallic return kabel) en 50–70 mm (glasvezelkabel). De exacte afmetingen van de kabels worden bepaald door de aannemer op basis van het VKA-tracé, ingraafdiepte en bodemgesteldheid.

Voor de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn er twee kabelconfiguraties mogelijk (zie Figuur 14):

- (1x4)-kabelconfiguratie waarin de metallic return en de glasvezelkabel direct bij de plus- en de minpool liggen;
- (2x2)-kabelconfiguratie waar de metallic return en de glasvezelkabel op enkele meters afstand (ca. 5 m) van de plus- en de minpool liggen.

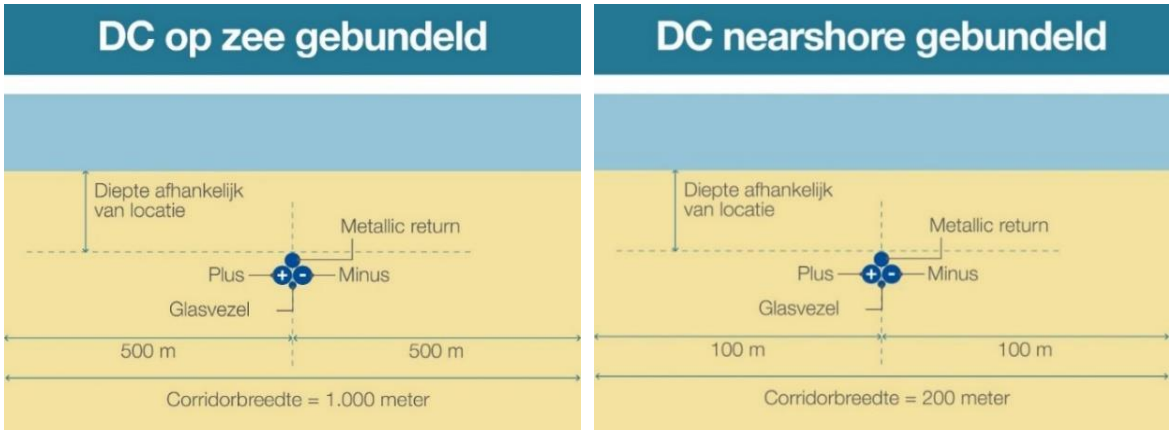
De keuze voor een kabelconfiguratie heeft geen gevolgen voor de breedte en ligging van het tracé maar heeft wel gevolgen voor de aanlegwijze.



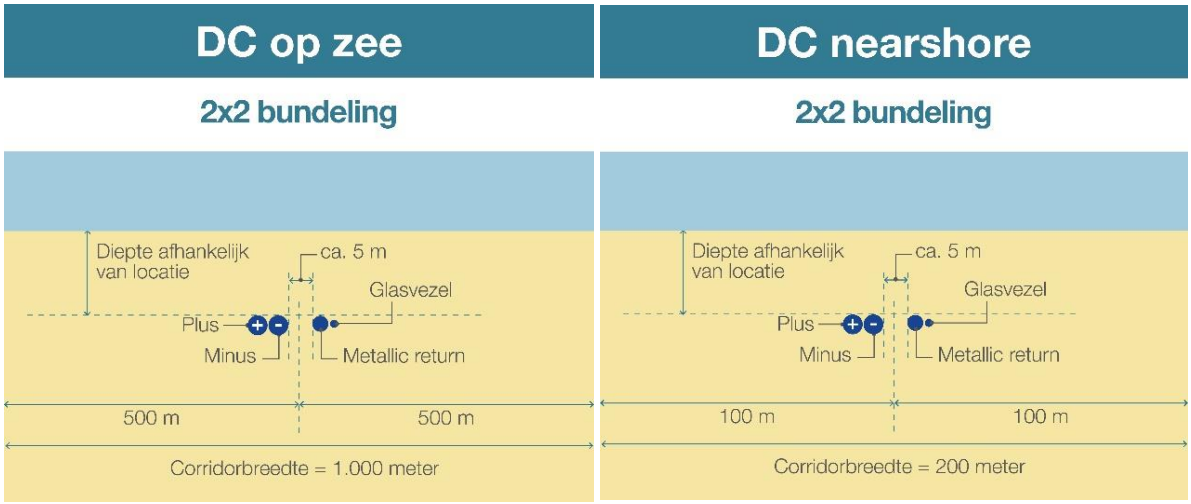
Figuur 14 (1x4)-kabelconfiguratie op zee (links) en (2x2)-kabelconfiguratie op zee (rechts)

3.3.3 Corridor

Het kabelsysteem heeft een post-constructie exclusie zone ("*post construction exclusion zone*") buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie (Figuur 15) als de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 16). Het VKA-tracé kruist op ongeveer 2 kilometer uit de kust de gemeentegrens van de Gemeente Rotterdam. Op verzoek van het Havenbedrijf Rotterdam wordt binnen dit gemeentelijk ingedeeld gebied een smallere corridorbreedte voor de kabel gehanteerd. De corridor bedraagt op dit stuk 200 (2x100) meter voor de (1x4)-kabelconfiguratie (Figuur 15) en de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 16).



Figuur 15 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust (rechts) voor de (1x4)-kabelconfiguratie



Figuur 16 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust (rechts) voor de (2x2)-kabelconfiguratie

3.3.4 Kabeldiepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Hoe diep de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta begraven worden is afhankelijk van verschillende factoren. Er zijn voorschriften vanuit de Nederlandse wet en/of vergunningen, welke gebruikt worden als maatstaaf voor de absolute minimumdiepte. Deze schrijven in het kustgebied (tot drie kilometer uit de kust) een minimale gronddekking van 3 meter voor. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter in een VSS voorgeschreven. Deze uitgangspunten gelden voor zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie. De maximale gronddekking is onder andere afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot de thermische weerstand van het omliggende sediment. Andere factoren die meespelen bij het bepalen van de gronddekking zijn het risico op beschadiging en onderhoudskosten.

De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek: tot 3 meter vanaf de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname. In het kustgebied geldt generiek 3 meter gronddekking, gemeten vanaf de zeebodem. Op sommige plekken zal dit, rekening houdend met zandgolven, een trenchdiepte van 5 meter betekenen.

Het VKA-tracé loopt door gebieden met veranderende zeebodems. De morfologische veranderingen in diepte nemen jaren of decennia in beslag. Op lange termijn kan deze mobiliteit de gronddekking van de kabels bedreigen. Zeebodemmobiliteit kan niet nauwkeurig op lange termijn worden voorspeld. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten. TenneT voert een RBBD-studie uit om te kunnen bepalen voor het hele VKA-tracé hoe diep de kabel begraven moet worden op basis van risicobepaling per segment van de route.

Er zijn ook snel bewegende ‘zandgolven’ van de zeebodem. Deze golven kunnen 0,5 tot 1,5 meter hoog zijn en bewegen tientallen tot honderden meters per jaar. Hierom wordt de graafdiepte van de

kabel gedefinieerd ten opzichte van het laagste niveau onder deze golven. Er zijn twee methodieken waarmee de kabels tot de gewenste diepte onder deze zandgolven kunnen worden aangelegd. Of de zandgolven worden voor kabelaanleg afgevlakt, of de kabels worden onder de zandgolven aangelegd, dus dieper dan de vereiste diepte.

3.3.5 Aanleg kabels

Initial route survey

Na het bepalen van het voorkeursalternatief zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geotechnische en geofysische survey. Ook zijn obstakels, zoals kruisingen met kabels en leidingen onderzocht. De lijst met kabelkruisingen is te zien in Figuur 17.

NR.	NAAM	EIGENAAR	KABELSOORT	STATUS
1	Concerto 1 Segment 1 North	Flute Ltd	Telecom	IS
2	PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom	OOS
3	BRITNED route	Tennet (BritNed)	Elektra	IS
4	Ulysses 2	MCI World Com	Telecom	IS
5	Circe 1 North	Viatel UK Ltd	Telecom	IS
6	COAM	Pipiper	Telecom	Toekomstig
7	UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom	OOS
8	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom	IS
9	Telecomkabel TAT14 Segment I	British Telecom	Telecom	IS
10	UK - NL 6	KPN	Telecom	OOS
11	UK - NL 4	Onbekend	Telecom	OOS
12	Hermes 1	GTS	Telecom	OOS
13	UK - NL 5	Onbekend	Telecom	OOS
14	Concerto 1 Segment 1 East	Flute Ltd	Telecom	OOS
15	Rioja 3	KPN	Telecom	OOS
16	Rembrandt 1	KPNQwest	Telecom	OOS
17	Circe north 2 replacement	Zayo	Telecom	Toekomstig
18	UK - NL 10	Onbekend	Telecom	OOS
19		Dana Petroleum Netherlands B.V.	Pijpleiding	IS

Figuur 17 Lijst met kabelkruisingen (op zee) voor Net op zee IJmuiden Ver Beta

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een, in ieder geval geofysische, survey plaats langs de kabelroute, uitgevoerd door de aannemer. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, te scannen op mogelijke obstakels en om de bodemomstandigheden langs de route te verkennen. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Optimaliseren gebeurt door het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels tot een praktisch minimum te beperken, door de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, door de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobiliteit tot een minimum te beperken en door obstakels (niet gesprongen explosieven, puin etc.) te vermijden.

Voorbereiding kabelaanleg (zowel (1x4)- als (2x2)-kabelconfiguratie)

Na het zeebodemonderzoek vinden de volgende stappen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel. Een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel zoals visnetten e.d. van het betreffende stuk zeebodem worden verwijderd. De haak wordt langzaam achter een boot voortgesleept, het vervolgens

omhooggehaalde afval wordt aan land gebracht en verwerkt middels regelgeving die daarop van toepassing is.

- Verwijderen van niet meer in gebruik zijnde telecomkabels: De kabels worden naar het dek getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor de kabels voor Net op zee IJmuiden Ver Beta zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.
- Het is gebruikelijk gebleken dat niet gedetecteerde kabels worden aangetroffen tijdens activiteiten zoals voorbereidend onderzoek, klaring van de route of tijdens aanleg van de kabels. Als een dergelijke kabel, of pijpleiding, wordt gevonden kan worden geprobeerd deze dieper te begraven waardoor de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Beta met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Als dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Voorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het VKA-tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, worden, waar nodig, deze secties gebaggerd worden. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Voor de (1x4)-kabelconfiguratie is dit ca. 14 meter per kabel. Voor de (2x2)-kabelconfiguratie wordt een sleuf van ca. 20 meter gehanteerd. Hierdoor moet in vergelijking met de (1x4)-kabelconfiguratie ongeveer 15% meer gebaggerd worden. De exacte breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.
- Pre-trenching run: als er gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, wordt een pre-burial run overwogen. Dezelfde graafinstallaties worden gebruikt, zonder kabel, op de benodigde secties. Als de pre-burial run niet succesvol lijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie van de kabels

Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Er komen moflocaties (‘*offshore joints’)* langs het VKA-tracé. Dit is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Er wordt van uitgegaan dat deze om de 40 à 60 kilometer voorkomen. Voor de installatie van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn aanpassingen aan de schepen nodig om de vier kabels die deel uitmaken van de bundel te kunnen transporteren (alleen bij de (1x4)-configuratie). Tot nu toe zijn de installatieschepen uitgerust om maximaal twee afzonderlijke kabels plus een glasvezelkabel te dragen. Dit wordt als een haalbare optie beschouwd. Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 18) bij zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als (2x2)-kabelconfiguratie:

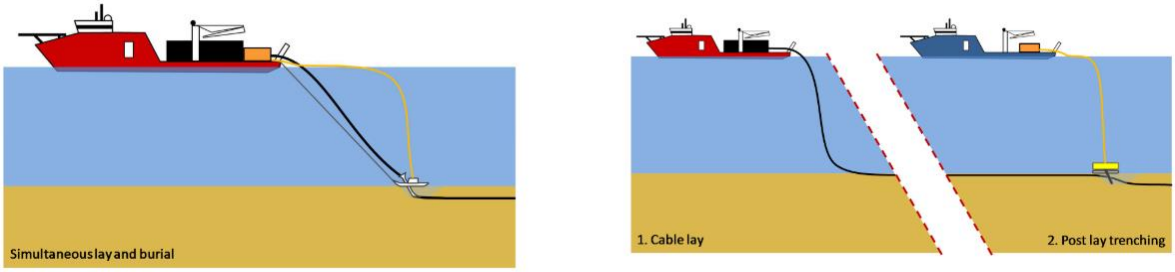
‘Simultaneous Lay and Burial’ (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

‘Post Lay Burial’ (PLB)

In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas

naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 18 Simultaneous Lay and Burial' (links) en Post Lay Burial (rechts)

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep van deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolvingen, etcetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. In de aanbestedingsfase stellen de aannemers een '*burial assessment*' studie op, op basis van de aangeleverde bodeminformatie en de specifieke kenmerken van de apparatuur die zij kunnen bieden (Tabel 2).

Tabel 2 De meest voorkomende ingraaftechnieken (niet-limitatieve lijst)

Kabel begraven op zee	
Jetten (jet sledge)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
ROV jet trenchers	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreesd is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).
Ploegen (cable plough)	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. *Let op*: er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Mass flow excavation	Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass flow excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass Flow Excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesief bodemmateriaal als zand.

Overige ingraaftechnieken kunnen worden gebruikt als het hoofdvaartuig niet geschikt is voor nabij de kust (zie Tabel 3). Deze vereisen een transportbak (*'barge'*) die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbedieningsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 3 Ingraaftechnieken geschikt voor nabij de kust (incomplete lijst)

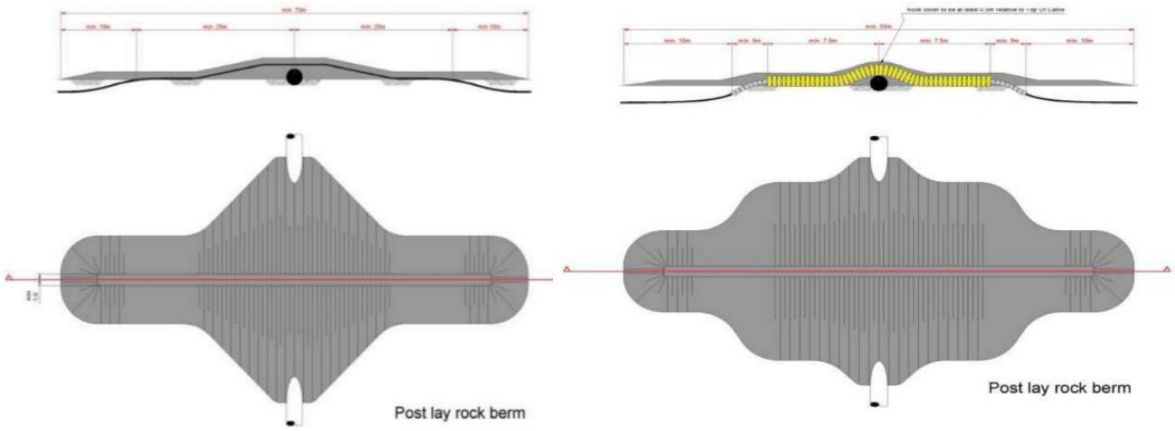
Kabel begraven op zee	
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)

3.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Installatie

Zoals beschreven in hoofdstuk 3.3 worden er verschillende kabels en leidingen gekruist. Er zijn verschillende soorten structuren geschikt voor het kruisen van in gebruik zijnde activa van derden waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar. Deze structuren zorgen normaal voor een scheiding van 0,3 meter of meer. De keuze voor het type structuur gaat in overleg met de andere partij.

De eerste is een scheiding door het plaatsen van stenen, met een buitenste beschermlaag van steen (zie ook Figuur 19). De tweede is een scheiding door een scheidingssysteem, met een buitenste beschermlaag van steen (zie ook Figuur 19). Een andere mogelijkheid is een scheiding door een 'mattress' van betonnen blokken, met een buitenste bescherming door rots. Nadeel is dat de 'mattresses' instabiel bleken als ze niet worden beschermd door steen. Dat vereist een korte doorlooptijd tussen het kabellegschip en het bestortingsvaartuig na installatie van het 'mattress'. Een vierde optie is een scheiding door zand- of groutzakken of steennetten, met een buitenbescherming door steen. Nadeel is dat het plaatsen van deze zakken of netten arbeidsintensief is.



Figuur 19 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts). Boven laat een doorsnede zien en onder het zicht van bovenaf

Post-installatie

Na de werkzaamheden zal een '*as built*' survey uitgevoerd worden, om de werkelijke graafdiepte langs het VKA-tracé en de bathymetrie te meten. Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is, kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, worden de kabels na het leggen beschermd door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

3.3.7 Gebruik en onderhoud

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Er wordt periodiek onderzoek uitgevoerd naar de diepte van de ingegraven kabels. Als de kabel niet op de vereiste diepte ligt, kan deze extra worden ingegraven. Ook worden de kruisingsconstructies

periodiek geïnspecteerd. Indien nodig kan aanvullende steenstorting plaatsvinden. Ook kan herstel van een kabelstoring plaatsvinden als een kabel defect raakt door een interne of externe oorzaak.

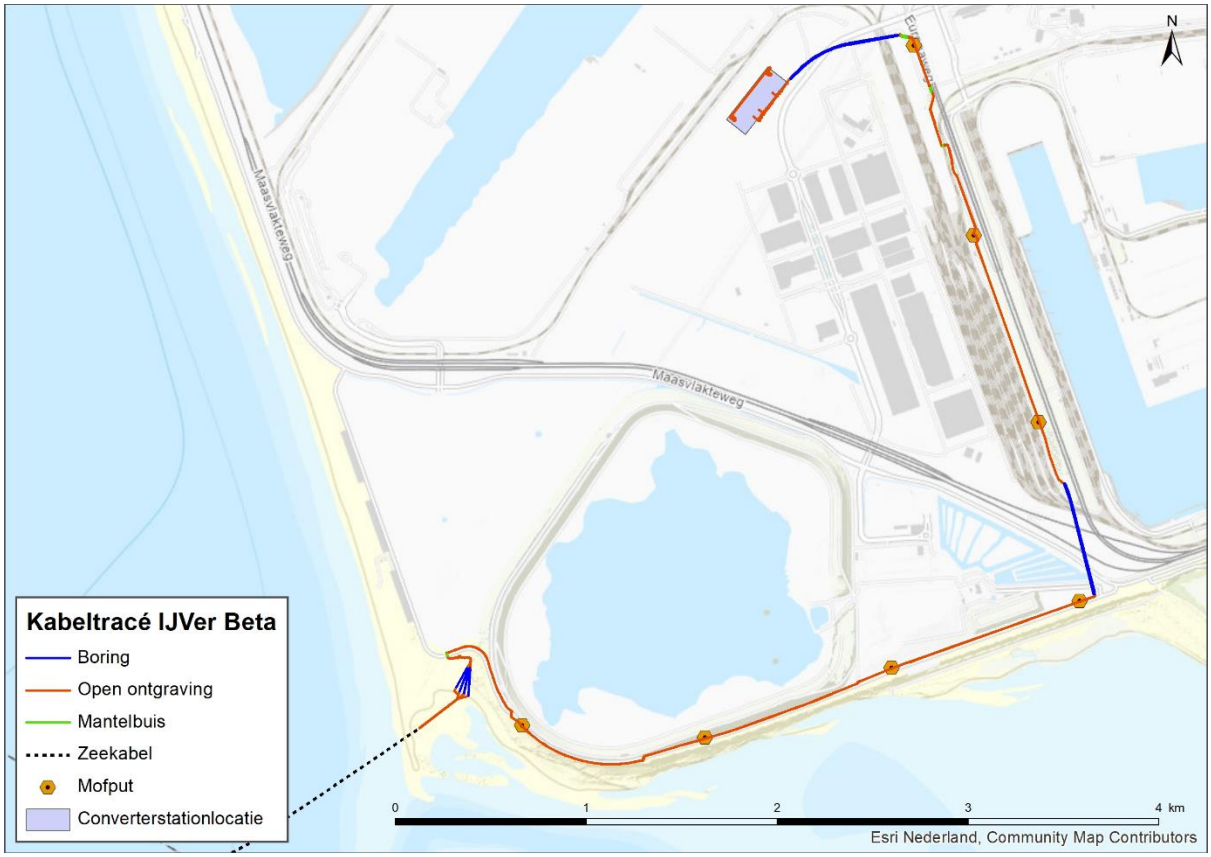
3.3.8 Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Gezien methodes als baggeren of trenchen niet worden toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.4 Kabels op land

3.4.1 Route kabel

De route van de kabels op land begint op het strand van de Maasvlakte en is weergegeven in *Figuur 20*. De kruising van het strand vindt plaats met open ontgraving. Deze open ontgraving zal worden doorgezet tot boven aan de parkeerplaatsen. Het tracé vervolgt via open ontgraving in oostelijke richting tot aan het eind van de parkeerplaatsen, waar de Noordzeeboulevard zal worden gekruist naar de noordzijde van deze weg, middels een boring. Het tracé vervolgt in oostelijke richting tot de beschermingszone van de waterkering. Door middel van een boring zal het tracé in noordelijke richting vervolgen en parallel lopen aan spoor en weg (via open ontgraving en boring). Ter hoogte van de CER (Container Exchange Route) volgt een boring in westelijke richting naar het converterstation.



Figuur 20 Locatie verbindingsmof, mofputten en VKA-tracé op land naar converterstation (de verbindingsmof ligt op de grens van het land en zee tracé)

3.4.2 Aanleg

Open ontgraving

In Figuur 21 is de kabelconfiguratie en werkstrookbreedte bij open ontgraving weergegeven. Bij een open ontgraving worden de verschillende bodemlagen apart afgegraven en neergelegd. Na het leggen van de kabel wordt de open ontgraving weer dichtgemaakt waarbij de oorspronkelijke aardlagen weer in de correcte volgorde worden teruggeplaatst. De diepte van de ontgraving is circa 1.5 meter in gebied waar geen landbouw is en 2.2 meter in landbouwgebied. De breedte van de ontgraving hangt af van lokale bodemcondities. Indien nodig wordt regen- en/of grondwater uit de trench gepompt en in nabijgelegen oppervlaktewater geloosd, in overeenstemming met de vergunningsvereisten. Naast de trench wordt een tijdelijke werkweg aangelegd voor het verplaatsen van zware apparatuur. Waar nodig wordt de bodem en/of weg beschermd met beschermmatten. De vereiste breedte van het projectgebied voor open ontgraving is circa 29 meter voor de 525kV-kabel.



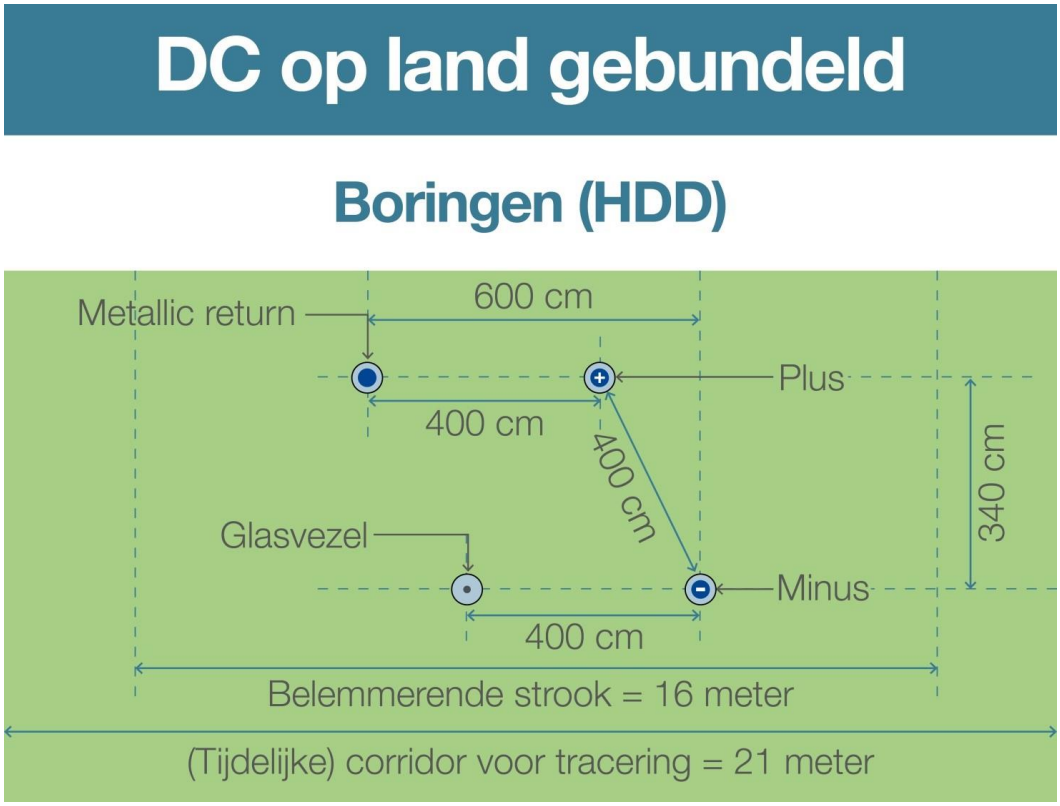
Figuur 21 De kabelconfiguratie en werkstroombreedte bij open ontgraving van Net op zee IJmuiden Ver Beta

De kabels worden gelegd met rollers, kabelspanners en lieren en worden op een bodem van opvulzand gelegd. Er volgt een dekking van ongeveer 200 mm van hetzelfde zand en een laag beschermingstegels (vaak rood met waarschuwingstekst). De trench wordt direct na het leggen van de kabels afgesloten met de originele grond. Eventuele overtollige grond wordt gelijkmatig over het projectgebied verspreid, waardoor de grond in de toekomst enigszins kan worden verdicht. De verdichting zorgt voor een stabiele bodem en voorkomt bodemdaling op maaiveld.

De installatiewerkzaamheden duren ongeveer zes tot tien weken per kilometer 525kV-gelijkstroomkabel.

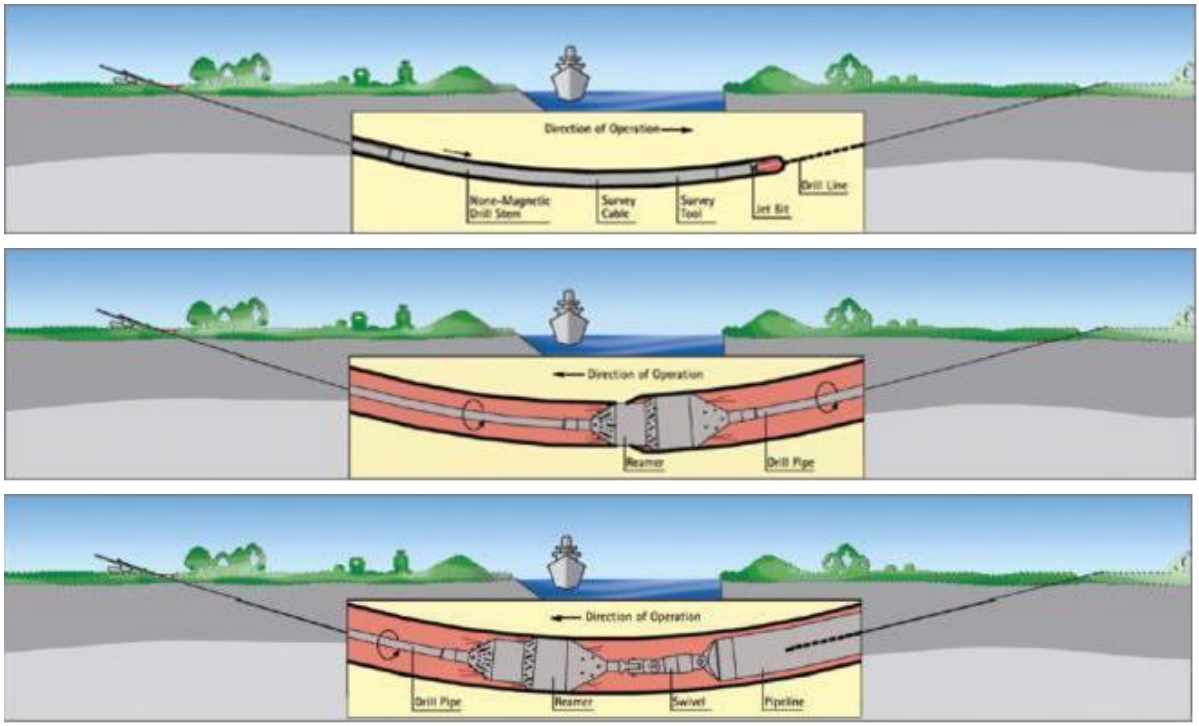
Boringen

“Horizontal directional drilling” (HDD, Horizontaal gestuurde boring) is de voorkeursmethode voor boren die gebruikt zal worden. De kabelconfiguratie in het geval van een boring is weergegeven in Figuur 22. De corridor voor tracering is 21m. Op de Maasvlakte worden standaard geen Zakelijk Recht Overeenkomsten (ZRO’s) afgesloten. Hierdoor is er geen sprake van een ZRO-strook, maar van een belemmerende strook (bij boring HDD). Deze belemmerende strook is 10m.



Figuur 22 HDD configuratie voor 525kV-gelijkstroomkabel

Een horizontale boring gebeurt in drie stappen (Figuur 23). In de eerste stap wordt van het intredepunt naar het uittredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door één of meerdere keren een verruimende boor doorheen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. In de laatste stap wordt een pijp door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden. Op die manier wordt de pijp in het gat getrokken. Wanneer de pijp ligt kan die worden schoongemaakt en kunnen de kabels er vervolgens doorheen getrokken worden. De uitvoertijd van 1 boring duurt ongeveer twee weken. De maximale lengte van een boring is 1.200 meter vanwege restricties in het kabeltransport.



Figuur 23 De drie stappen van een horizontale boring

De benodigde ruimte naast de boorlocatie moet voldoende zijn voor de boorinstallatie zelf en bijbehorende materieel. Het tijdelijke werkgebied bij het in- en uittredepunt is afhankelijk van de lengte en het type boormaterieel. Gebruikelijke afmetingen staan in Tabel 4.

Tabel 4 Specificatie van benodigde ruimte en materieel voor verschillende HDD lengtes

HDD lengte	Ruimte HDD materieel	Materieel
<500 meter	25 x 30 m = 750 m^2	100 T
500 - 1.000 meter	30 x 50 m = 1.500m^2	100 – 150 T
>1.000 m	50 x 50 m = 2.500 m^2	250 T en meer

Voor tijdelijke opslag van leidingsecties inclusief lasruimte is ongeveer 20.000 m^2 nodig. Ook moet rekening worden gehouden met ruimte voor kranen en rollen.

3.4.3 Gebruik en onderhoud

In principe vindt er geen onderhoud plaats aan de kabels, behalve als er calamiteiten zijn. In dat geval wordt indien nodig de kabel opgegraven, hersteld en daarna wordt de opgraving weer afgedicht.

3.4.4 Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen. De methode voor het verwijderen van de kabels op land zal vergelijkbaar zijn met de methode die wordt gebruikt tijdens de aanlegfase. Als worst-case scenario worden de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.5 Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere kabels die aan elkaar geschakeld zijn. Het type schakel hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale VKA-tracé is er sprake van vier typen kabelverbindingen die in de paragrafen hieronder uitgebreid worden omschreven:

- Moflocaties (jointlocaties tussen twee zeekabels).
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel).
- Mofput (jointlocatie tussen twee landkabels).
- Aardput (jointlocatie tussen twee landkabels in een aardput).

3.5.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer. Binnen de kustzone (<10 km) worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) heeft een afmeting van circa 6 meter x 0,5 meter en is als het ware een smalle metalen box die om de kabel heen zit. Doordat het enkelkernige kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft vinden er 4 verbindingen plaats in elke moflocatie. De precieze lengte van de kabeldelen en daarmee de ligging van de moflocaties kunnen op dit moment nog niet worden bepaald. Er wordt geen separate voorziening in de waterbodem aangebracht. De kabels worden op het schip met elkaar verbonden en vervolgens vindt het begraven van de verbinding op dezelfde manier plaats als voor de overige kabel delen.

3.5.2 Verbindingsmof (overgang zee/land)

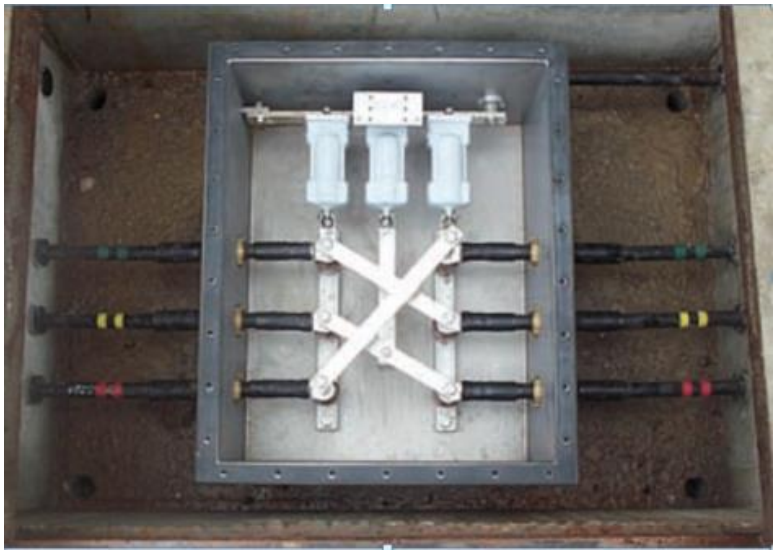
Voor de overgang tussen de kabels op zee en land zal een verbindingsmof / '*transition joint*' (overgangsverbinding) noodzakelijk zijn. Dit is een soort 'kroonsteen' tussen de zee- en landkabel. Deze verbindingsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. De aanlanding van de kabel gaat via een mofput van ongeveer 50 m^2 waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien. De ligging van de mofput ten opzichte van de kust is te zien in *Figuur 20*. Aangenomen wordt dat deze mofput een oppervlakte van ongeveer 50 m^2 heeft, en 1,6 meter diep is. De gewenste ontwateringsdiepte is 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

3.5.3 Mofput (op land)

Op land zijn 6 verbindingsmoffen nodig om de landkabels te verbinden (om de circa 800 tot 1.200 meter). De mofputten zijn weergegeven in *Figuur 20*. Deze mofputten hebben een oppervlakte van 5 bij 10 meter en zijn 1,6 meter diep. Mofputten worden altijd aangelegd in de zone van open ontgraving (in lijn met het tracé), de mofputten zijn ondergronds en worden afgedekt met een betonplaat onder het maaiveld, welke na realisatie niet meer zichtbaar zijn. Er komen geen andere structuren t.b.v. het tracé (zoals bouwwerken voor kleine converterlocaties o.i.d.) op een mofput te staan. De gewenste ontwateringsdiepte bij de realisatie is 1,6 meter en de duur van de bemaling drie tot vier weken.

3.5.4 Aardputten (op land)

Naast de joints zijn er op land twee aardputten. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel van circa 1 bij 1 meter. Dit is vergelijkbaar met een putdeksel in de straat die is afgewerkt gelijk met het maaiveld. De earthing-box zit in de aardput verwerkt. In Figuur 24 is een voorbeeldafbeelding van een earthing box weergegeven.

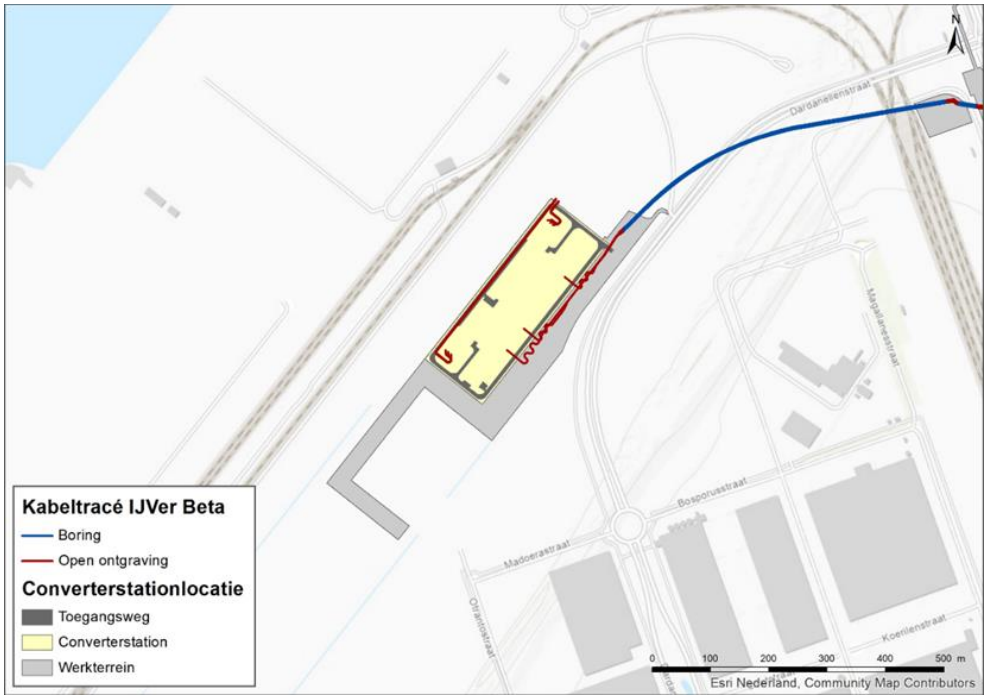


Figuur 24 Foto van een aardput

3.6 Converterstation

3.6.1 Locatie en afmetingen

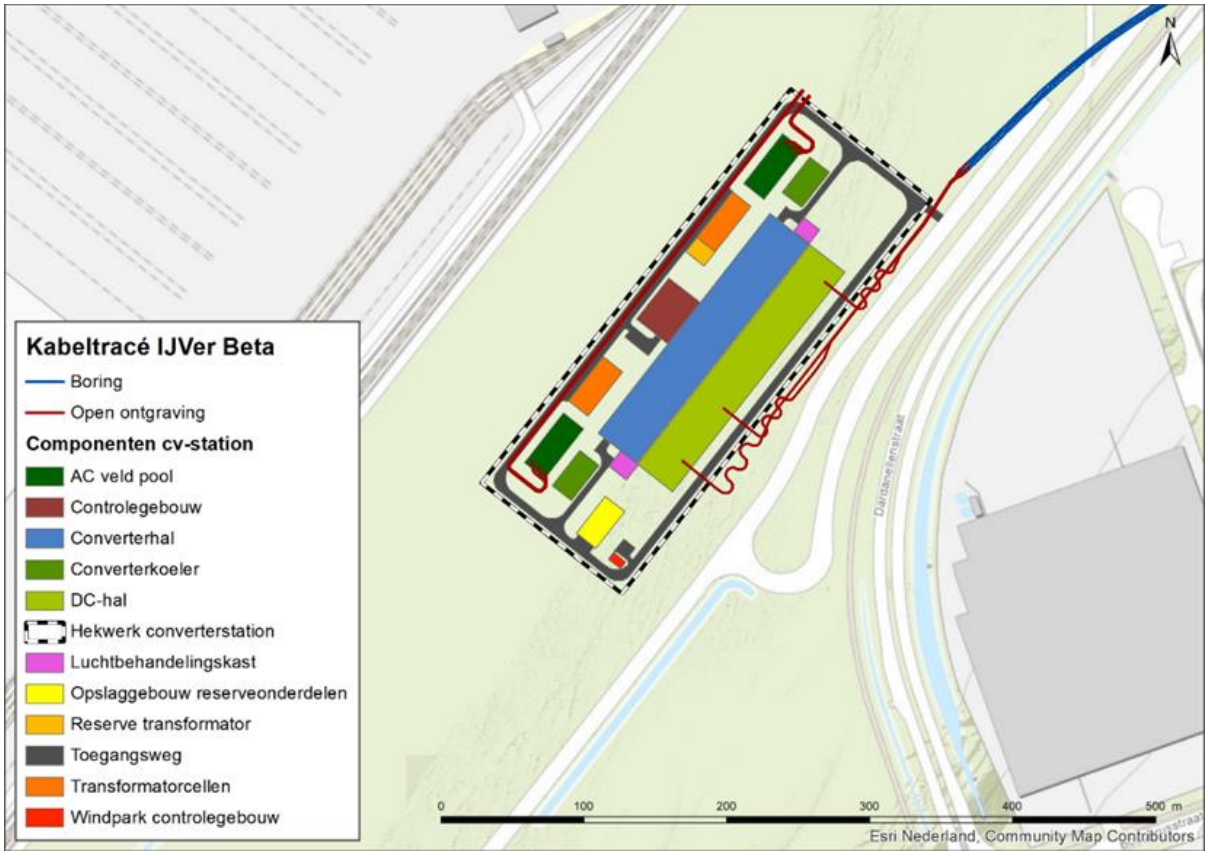
In het converterstation wordt het voltage van 525kV-gelijkstroom omgezet naar 380kV-wisselstroom, voor de aansluiting op het bestaande hoogspanningsnet van TenneT. In totaal is circa 4,5 ha grond benodigd voor de realisatie van het converterstation. De verwachte afmetingen van het converterstation zijn minimaal circa 125 bij 370 meter met een maximale hoogte van 25 meter (gemeten vanaf het maaiveld). De locatie van het converterstation is weergegeven in Figuur 25.



Figuur 25 Locatie van het converterstation

3.6.2 Ontwerp

Het converterstation krijgt een gespiegelde opstelling: het servicegebouw staat in het midden van het terrein met aan weerszijden een converterhal met transformatoren aan de buitenkant. Het ontwerp is weergegeven in Figuur 26. Onder de control building wordt ook een kelder aangelegd van 2,10 tot 2,5 meter diep.



Figuur 26 Lay-out van het converterstation

Naast de noodzakelijke componenten van het converterstation worden volgens het 'Standaard Programma van eisen Bouwkunde' (d.d. 19 juni 2020) van TenneT op het terrein vlinderstruiken geplant, bloemenmengsels ingezaaid en wordt een bijenhotel geplaatst. Dit zal binnen én buiten het hekwerk gebeuren, waarschijnlijk met name op en rond grasvlakken en de schakeltuinen.

3.6.3 Aanleg

Werkzaamheden

De aanleg van het converterstation bestaat uit twee delen:

- Het civiele deel: alle grondwerk, het heien en de aanleg van de funderingen, en de constructie van alle gebouwen.
- Het elektrische deel: het installeren en aansluiten van alle elektrische apparatuur, hulp-, secundaire- en veiligheidssystemen.

Vóórafgaand aan de aanleg moet het terrein worden opgehoogd om eventuele overstromingen te voorkomen. Het gehele terrein zal minimaal 0,39 m worden opgehoogd. Hiervoor worden kipper vrachtwagens gebruikt. Na het ophogen wordt het perceel geëgaliseerd en het terrein klaargemaakt voor de bouw. Voor de bouw wordt groot materieel zoals hijskranen en rupsmachines ingezet.

Het converterstation op de Maasvlakte zal op staal worden gefundeerd. Er worden dus geen palen de grond ingebracht. Voor de aanleg van het converterstation is bemaling benodigd. Het droogleggingsniveau van deze bemaling is maximaal 3 meter onder maaiveld en er wordt worst case uitgegaan van een bemalingsduur van 4 weken.

3.6.4 Gebruik en onderhoud

Het converterstation is onbemand wanneer het in werking is, en kan op afstand worden bediend. De transformatoren worden binnen geplaatst. Vloeistoffen zoals olie en neerslagwater worden op de bodem van deze gebouwen verzameld en via een olie- en waterscheider afgevoerd naar open water of een infiltratiesysteem om olielekkage in het milieu te voorkomen. Jaarlijks worden drie visuele inspecties uitgevoerd, één inspectie valt samen met het jaarlijkse regulier klein onderhoud. Elke drie jaar vindt groot onderhoud plaats. Bij groot onderhoud worden onder meer de oliën en vetten ververst van schakelinstallaties en mechanische delen, ook worden er monsters genomen van de transformatorolie. Daarnaast worden o.a. de oliefilters van het noodstroomaggregaat vervangen en wordt software onderhouden. Materieel dat hiervoor wordt gebruikt zijn (personen)busjes voor de aanvoer van onderhoudsmedewerkers en een aantal kleine elektrische hoogwerkers.

3.6.5 Verwijdering

Wanneer er geen gebruiksfunctie overblijft voor het converterstation na afloop van de levensduur zal deze worden verwijderd. Gezien methodes als heien niet worden toegepast voor de verwijdering wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van het converterstation. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.7 Planning

3.7.1 Op zee

Uitvoeringsperiode

De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta vindt worst-case plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024.
- 1 maart t/m 31 oktober 2025.
- 1 maart t/m 31 oktober 2026.
- 1 maart t/m 31 oktober 2027.
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

Naar verwachting duurt de aanleg in het geheel drie kalenderjaren, die niet aaneengesloten plaats hoeven te vinden. De aanleg zal plaatsvinden binnen de bovengenoemde periodes. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent werkveiligheid.

De planning voor de aanleg van het platform IJmuiden Ver Beta is als volgt:

- Draagconstructie in 2027-2028.
- Bovenbouw in 2028-2029.

Uitvoeringsduur
In Tabel 5 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

*Tabel 5 Uitvoeringsduur per onderdeel, *dit geldt voor zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie.*

Onderdeel	Subdeel	Duur
Aanleg zeekabels*	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Bodembescherming	4 tot 6 dagen
	Draagconstructie Jacket Suction buckets	 5 tot 10 dagen 2 tot 3 dagen
	Topside	1 tot 3 dagen
	Elektrische fase	Circa 3 maanden
Aanleg landkabels	Aanleg landkabels open ontgraving	6-10 weken per kilometer DC-kabel en per circuit AC
	HDD-boring	2 weken per HDD-boring
Converterstation	Ophogen locatie converterstation	11 maanden
	Aanleg	3 jaar
	Commissioning	6 maanden

Werktijden stormseizoen
Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt. In hoofdstuk 4 Afbakening en hoofdstuk 7 Effectbepaling is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan. Per effect is gekozen voor een beoordeling in het seizoen dat voor dat effect worst-case is. Dat is doorgaans niet het stormseizoen maar bijvoorbeeld het broed- of primaire productieseizoen.

3.7.2 Op land

Landtracé
Voor de aanleg van het VKA-tracé op land geldt dat dit in dezelfde periode van vijf jaar zal plaatsvinden. Deze werkzaamheden hebben een doorlooptijd van één jaar. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent werkveiligheid.

Werktijden stormseizoen
Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt, met uitzondering van het doortrekken van de kabels op land. Dit valt mogelijk binnen het stormseizoen. In hoofdstuk 4 Afbakening en hoofdstuk 7 Effectbepaling is voor de worst-case beoordeling ook van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan, o.a. omdat er dan meer voor verstoring gevoelige dieren actief zijn.

Converterstation
Eerst wordt de grond opgehoogd over een periode van circa 11 maanden. Daarna bedraagt de aanlegperiode voor het civiele én het elektrische deel van het converterstation worst-case 3 jaar. Na de aanleg van zowel het civiele als het elektrische deel vindt de commissioning (onder spanning zetten van het station) gedurende ongeveer een half jaar plaats. De totale duur is daarmee dus maximaal 4,5 jaar.

De aanleg van de gelijkstroom-apparatuur duurt circa 1 jaar en kan mogelijk deels gelijktijdig plaatsvinden met de civiele werkzaamheden, waardoor de 4,5 jaar mogelijk ingekort kan worden. De aanleg vindt worst-case plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024.
- 1 maart t/m 31 oktober 2025.
- 1 maart t/m 31 oktober 2026.
- 1 maart t/m 31 oktober 2027.
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

4 Afbakening

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Beta plaats, voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als de (2x2)-kabelconfiguratie. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk hebben een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen. Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terechtkomt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchte materiaal.
- Verstoring onderwater:
    - Ten gevolge van continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Ten gevolge van impuls-onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Verzuring en vermesting als gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen door het werkverkeer.
- Habitataantasting door mechanische effecten op land en op zee.
- Elektromagnetische velden op land en op zee als gevolg van het gebruik van het VKA-tracé.
- Verontreiniging, als gevolg van bodemverontreiniging en gebruik van het platform op zee.
- Verdroging op land als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt, bij zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als de (2x2)-kabelconfiguratie. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

4.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden (zie onderstaande tekstkader voor korte uitleg technieken). Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 4.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

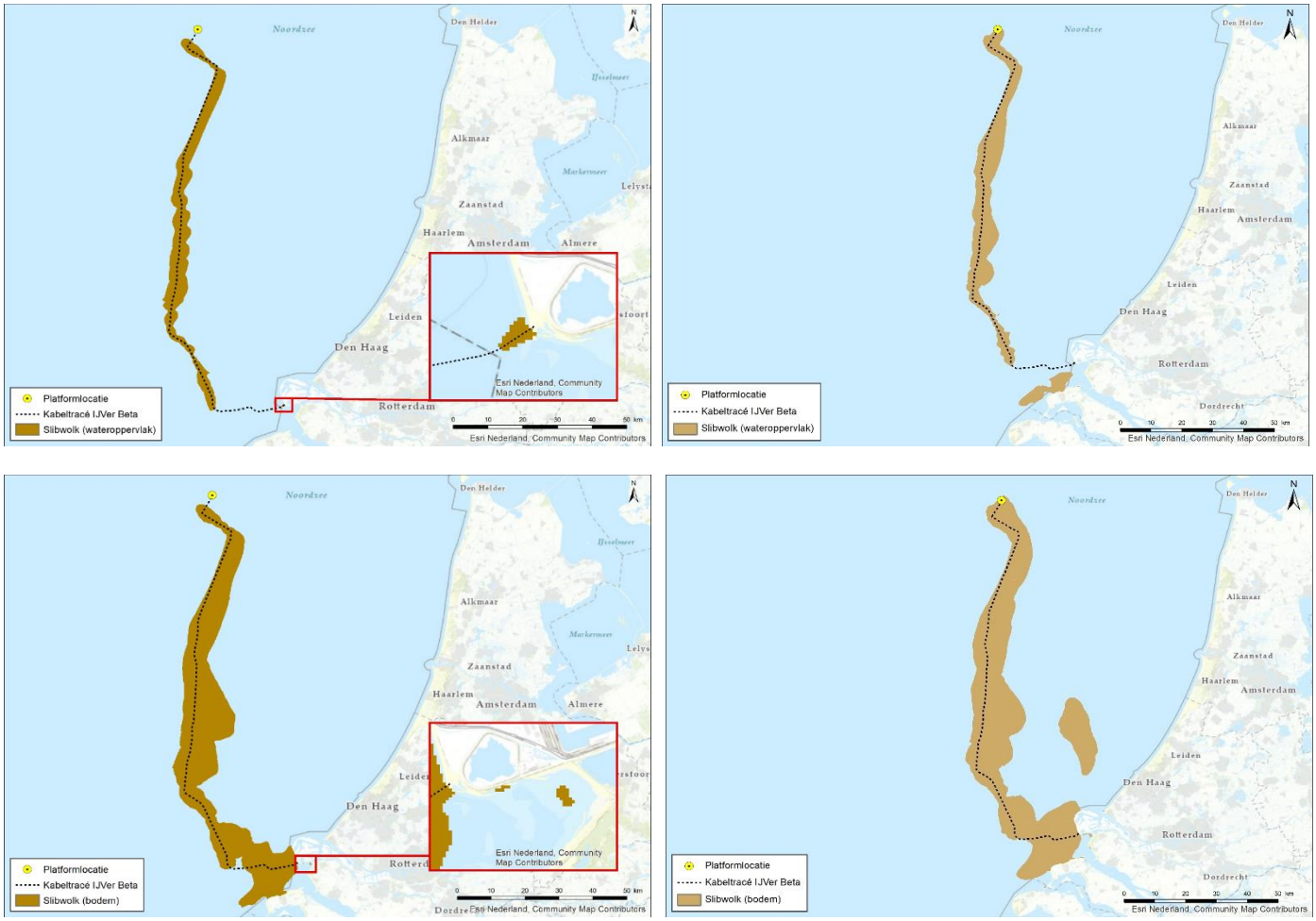
Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht (Zie bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). De slibstudie is uitgevoerd vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Maasvlakte II. De waardes van vertroebeling zijn uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/l). Het gaat hierbij alleen om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig zijn.

Figuur 27 laat voor de (1x4)-kabelconfiguratie en de (2x2)-kabelconfiguratie het maximale gebied zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak wordt voorspeld. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/l, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (bijlage VII-F) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling op open zee bij beide kabelconfiguraties met name ten oosten van het VKA-tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk van de (2x2)-kabelconfiguratie is het grootst, maar bij beide kabelconfiguraties spreidt de vertroebelingswolk zich uit over een groot gebied (tientallen vierkante kilometers) waarbij de slibconcentraties met meer dan 2 mg/l toeneemt. Binnen (<10km) de kustzone reikt de slibwolk (op de bodem en in het midden van de waterkolom) van de Maasvlakte II tot aan het strand van Ouddorp, waarbij een deel uitwaaiert naar het zuidwesten tot ongeveer halverwege de Brouwersdam. In de Slikken van Voorne zijn bij de (1x4)-kabelconfiguratie en (2x2)-kabelconfiguratie een aantal kleine slibwolkjes te vinden.



Figuur 27 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/l) aan het wateroppervlak (figuur boven) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

4.3 Sedimentatie

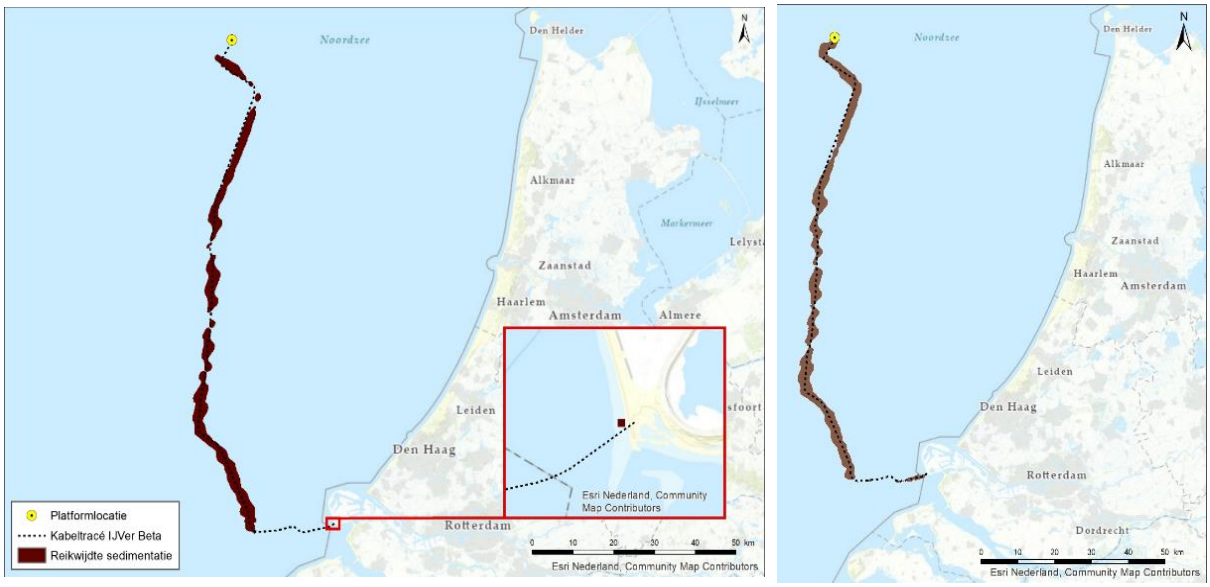
Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels. Het effect van de bedekking is zeer afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur (Baan et al., 1998; Harvey et al., 1998).

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. In 1988 is door Bijkerk de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis*). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per

maand (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Een recente literatuurstudie (Rozemeijer & Smith, 2017) benadrukt de resultaten uit 1988 nogmaals. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is modelmatig berekend (bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het VKA-tracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 4.2.

Figuur 28 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreedt na de werkzaamheden. Dit is dus de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat bij beide kabelconfiguraties de sedimentatiesnelheden boven de 0,33mm/dag rondom het tracé met name in het gedeelte buiten (>10km) de kustzone worden bereikt. Binnen (<10km) de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0-0,35 mm/dag (niet weergegeven in het figuur). Bij de (1x4)-kabelconfiguratie is alleen bij de aanlanding een klein areaal waar de sedimentatiesnelheid ten minste één dag boven de 0,33 mm/dag ligt. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie komt binnen de kustzone de sedimentatiesnelheid op een groter gebied boven de 0,33 mm/dag. Langs het gehele VKA-tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. De effecten van sedimentatie worden verder beoordeeld in hoofdstuk 7.



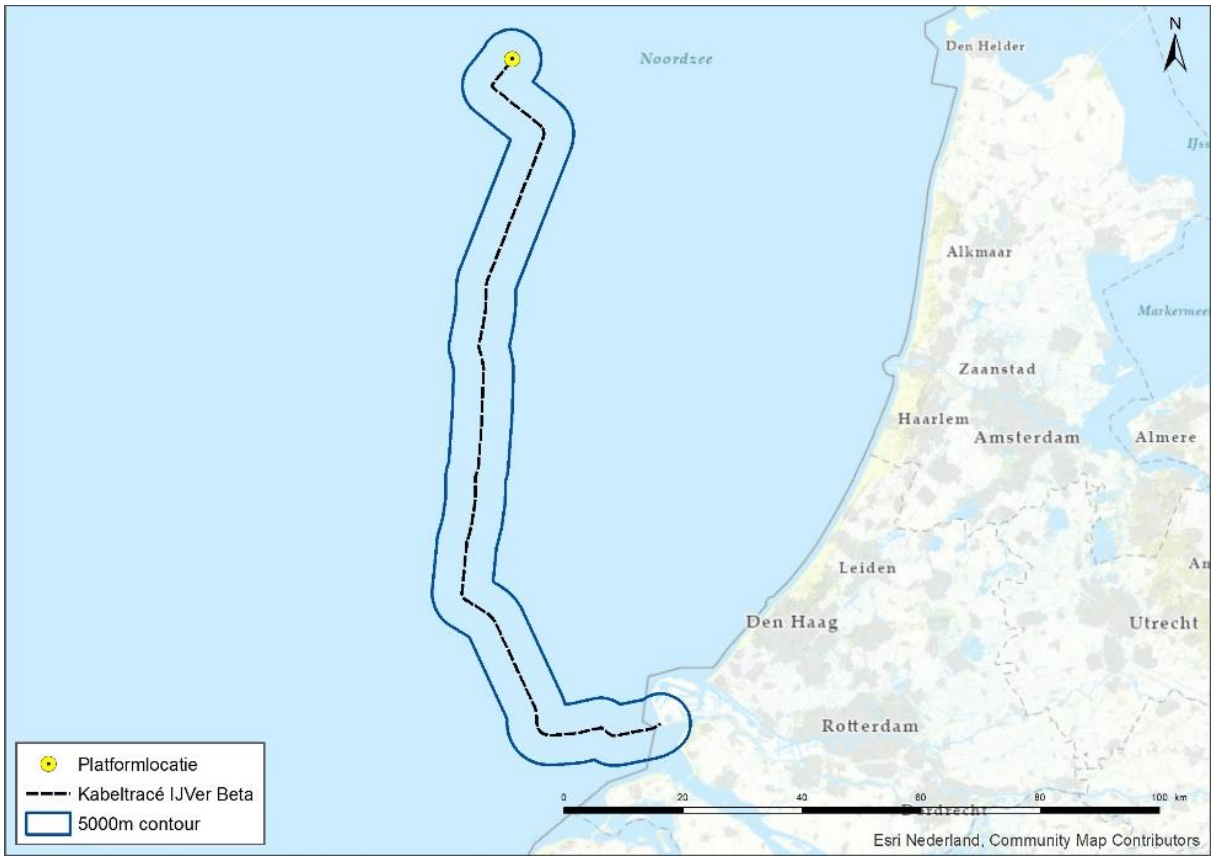
Figuur 28 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 1cm per maand (0,33 mm/dag) uitkomt voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

4.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van continu onderwatergeluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling en voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case voor beide kabelconfiguraties. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie varen de extra boten dezelfde routes. Hierdoor is het verstoorde areaal hetzelfde, maar wordt het areaal wel tijdelijk intensiever verstoord.

In Figuur 29 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 29 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

4.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er impuls-onderwatergeluid op bij de aanleg van het platform. Impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd bij heien en tijdens geofysische surveys. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie zorgt de optie van een

stalen jacket voor de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. Bij de andere funderingsopties wordt niet geheid. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek, waarvoor geluid uitgezonden wordt.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zwemmende zeezoogdieren. Impuls-onderwatergeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. De verstoring is van tijdelijke aard.

Volgens de methodiek gebruikt voor het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Heinis et al., 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

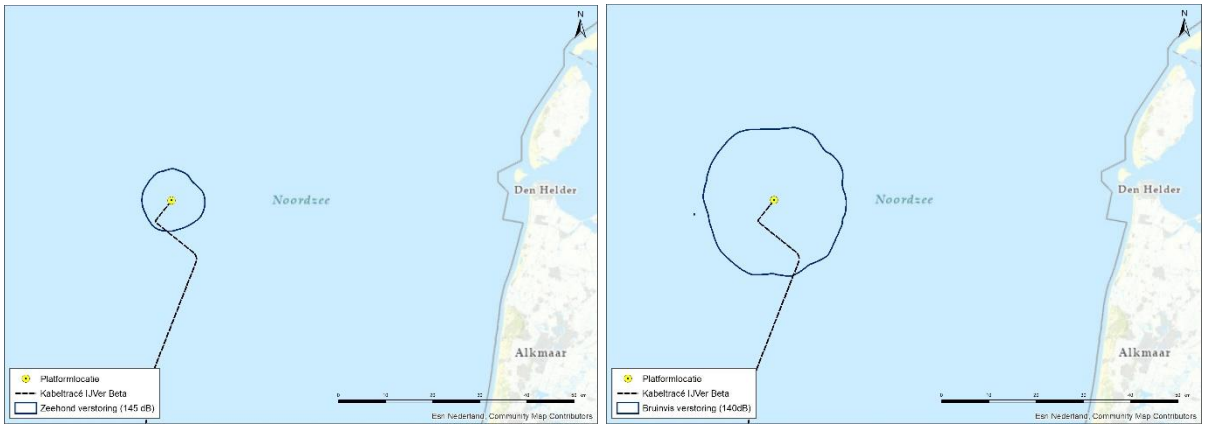
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1 µPa2s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Om deze reden zijn er geen specifieke TTS en PTS waardes meegenomen in het KEC, en wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van (Southall et al., 2019) kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Deze bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS liggen op of boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeezoogdieren volledig. Het KEC zal dan ook de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

Uit modelberekeningen (zie Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid) is de totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 185 km^2 en voor bruinvissen 961 km^2 (zie Figuur 30). Op basis van dit oppervlak van 961 km^2 is ook de reikwijdte bepaald. De radius van deze verstoringscontour is gemiddeld circa 17,5 km.



Figuur 30 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden, voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts)

Voor de realisatie van de kabelverbinding worden meerdere geofysische surveys uitgevoerd. Voor de eerste ronde geofysische surveys is door TenneT een separaat traject doorlopen. Op basis van een Voortoets van ATKB (van de Wetering et al., 2021) is hiervoor geen vergunning aangevraagd. Wel is het effect van impuls-onderwatergeluid doorberekend t.b.v. de ontheffingsaanvraag (Schiedon & Jans, 2021). De eerste ronde surveys wordt niet meegenomen in deze Passende Beoordeling.

In een latere fase vindt nog wel een tweede ronde surveys plaats, bestaande uit detail geofysische studies voor kabel en platform, de UXO surveys en de post lay survey voor de kabel.
Deze worden wel beoordeeld. Voor deze surveys wordt op dit moment als worst-case aanname de reikwijdte en scope van de eerste surveys gebruikt.

4.6 Bovenwaterverstoring op zee

4.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie en de aanwezigheid van een helikopter kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Licht wordt in paragraaf 4.6.2 toegelicht. De veroorzaakte verstoring is vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreikende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van

verstoringsafstanden. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring. Voor beide kabelconfiguraties worden dezelfde reikwijdtes gehanteerd per soort (groep).

Voor vogels is de verstoringsgevoeligheid soortspecifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals eidereenden, zeekoeten en alken) zijn verstoringsgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Uit een onderzoek naar de verstoringsgevoeligheid van scheepvaartverkeer op Noordwest-Europese zeevogels blijkt dat vluchtafstand voor zwarte zee-eend hoger is dan de eerdergenoemde gevoelige vogels (Fliessbach et al., 2019). Uit het onderzoek bleek dat individuen van deze soort al vluchtgedrag vertoonden bij een afstand van 1.600 m. Specifiek voor deze soort wordt daarom een verstoringsafstand van 1.600 meter gehanteerd en deze reikwijdte wordt ook als worst-case afstand gehanteerd.

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dichter naar het wateroppervlak gaan dan op het platform, zijn aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op populatieniveau op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Brasseur & Reijnders, 1994). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (1.600 meter) is weergegeven in Figuur 31. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 31 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

4.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en scheepvaart. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foerageergedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting ’s nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de op de gunstige staat van instandhouding en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017b), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de myotisgroep hanteert

en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-1.500 meter). Verstoring door licht is daarmee minder relevant als autonome verstoringsbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringscontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op de platforms alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van de platforms kan ’s nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform ‘in aanraking’ komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Voor de signaalverlichting ten behoeve van de navigatie voor scheepsvaart (verplicht wegens waarborgen veiligheid) zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT (Inspectie Leefomgeving en Transport).

In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en eventuele werkverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Dit geldt ook voor de platformverlichting. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt binnen de reikwijdte van geluid. Deze aspecten worden in hoofdstuk 7 samen behandeld.

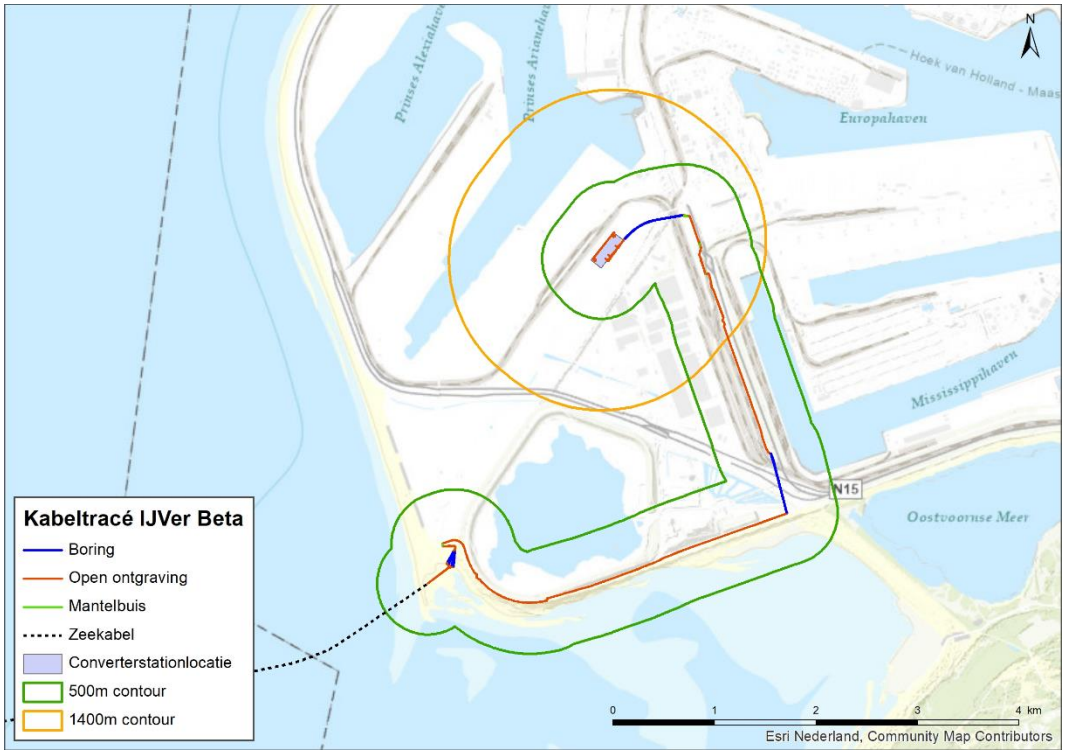
4.7 Verstoring op land

Geluid, licht en visuele verstoring kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Er kan ook gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Geluid-, licht- en visuele verstoring treden gelijktijdig op en het is niet altijd goed te duiden welke maatgevend is voor een effect.

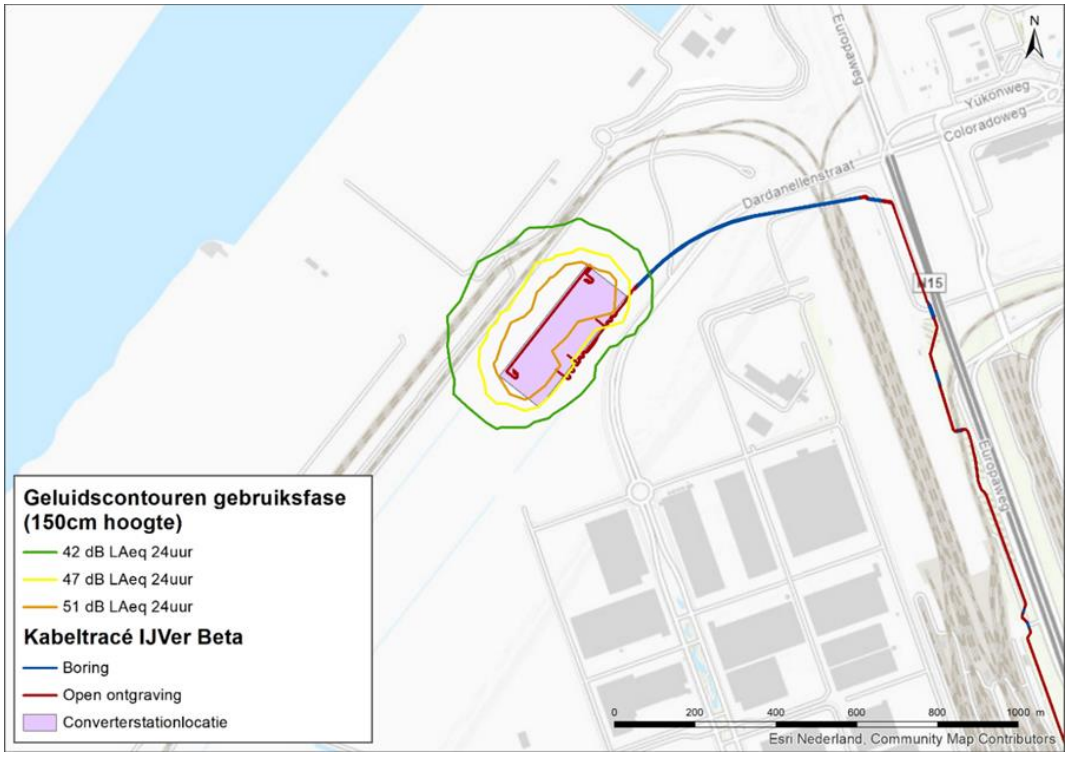
4.7.1 Geluid

Van verstoring door geluid kan zowel in de aanleg als de gebruiksfase sprake zijn. In de aanlegfase door gebruik van bouwmaterieel, boorinstallaties en vrachtverkeer bij zowel het leggen van de kabels als bij de bouw van het converterstation en in de gebruiksfase door geluidemissies van het converterstation. In beide situaties is alleen sprake van een continue geluidemissie, piekbelastingen treden niet op. In de gebruiksfase kan ook bij incidenteel onderhoud geluidsoverlast plaatsvinden, hierbij treden geen piekbelastingen op.

Geluidgolven verplaatsen zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effect relatie van verstoring door geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren zoals vleermuizen en amfibieën eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn. Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Deze grenswaarden lopen uiteen van 42 dB(A) tot 59 dB(A) afhankelijk van de vogelsoorten (Garniel et al., 2007; Reijnen et al., 1997; Sierdsema & Foppen, 2014). Er wordt hier uitgegaan van de laagste grenswaarde van 42 dB(A). De 42 dB(A)$_{24eq}$-contour van de werkzaamheden met betrekking tot de aanleg van de kabels ligt op circa 500 meter en van de bouwwerkzaamheden van het converterstation op circa 1400 meter (Figuur 32). De geluidsverstoring van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot circa 250 meter (Figuur 33).
Figuur 32 Geluidscontouren aanlegfase kabel en converterstation



Figuur 32 Geluidscontouren aanlegfase kabel en converterstation



Figuur 33 Geluidscontouren gebruiksfase converterstation

4.7.2 Licht

Net als bij geluid geldt voor licht dat dit kan leiden tot verstoring van (met name) diersoorten. Over het algemeen wordt gesteld dat een toename van licht belast oppervlak leidt tot een afname van de kwaliteit van het gebied als leefgebied voor soorten (verhoogde kans op predatie, afname voedselbeschikbaarheid et cetera). Of deze afname in kwaliteit ook daadwerkelijk een effect heeft op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera). Vaak treden de verstoringen gelijktijdig op met geluid en visuele verstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden.

Verstoring door licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door verlichting door de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase kan van het converterstation wel een mate van verstoring uitgaan door verlichting van de locatie. Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017b), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de myotisgroep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn.

Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan in het zomerhalfjaar wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en een sprake is van geluid of visuele verstoring. De maximale afstand waarop sprake is van een toename boven de 0,1 lux van verlichting is 150 meter vanaf de grens van de bouwlocaties.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen en vormt samen met het gedeelte op zee één geheel. Het verlichtingsplan dient om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe

wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO).

Gezien in het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. Tijdens de werkzaamheden valt verstoring van licht binnen de contouren van verstoring door geluid en optiek.

4.7.3 Visuele (optische) verstoring

Net als bij geluid en licht geldt voor visuele verstoring dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Dit kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Vaak treedt verstoring gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden. Hoewel er geen éénduidige reikwijdte van optische verstoring is, valt dit ruim binnen de contouren van verstoring door licht en geluid. Bij een veld met open zicht kan optische verstoring optreden tot honderd meter.

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels. Tijdens de onderhoudsfase zal incidenteel een auto rijden, dit zorgt niet voor een verschil in optische verstoring ten opzichte van de referentiesituatie.

Voor visuele verstoring geldt dat over de dosis-effect relatie van veel soort(groep)en nog maar weinig bekend is (met uitzondering van vogels). Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat aanwezigheid van niet natuurlijke elementen echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel aannemelijk. De verstoring wordt dan ook kwalitatief beoordeeld in hoofdstuk 7.

4.8 Habitataantasting

4.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden.

Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Doordat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) wisselt langs het VKA-tracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het VKA-tracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 4.2). Buiten (>10km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door trenchen. Binnen de kustzone

volstaat trenchen. Bij de aanlanding van de Maasvlakte wordt over een lengte van 1 kilometer gebaggerd voor het trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie en kabelconfiguratie. Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Bij de (1x4)-kabelconfiguratie wordt voor pre-sweepen en baggeren een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabel, met een totale breedte van 60 meter. Voor trenchen wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabel, met een totale breedte van 20 meter. Het trenchen zelf betreft een breedte van circa 0,5 tot 1 meter, maar de trencher laat een breder spoor achter. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie worden er twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Hierdoor zal bij het pre-sweepen, baggeren en trenchen de reikwijdte in totaal met 5 meter toenemen. Voor het pre-sweepen en baggeren betekent dit dat de reikwijdte van 60 naar 65 meter gaat en voor het trenchen dat de reikwijdte van 20 naar 25 meter gaat.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. Dit is in een corridor van 1.000 meter en vanaf ongeveer 2 kilometer uit de kust in een corridor van ongeveer 200 meter. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter.

4.8.2 Habitataantasting (mechanische effecten) op land

Onder mechanische effecten vallen verstoring als gevolg van betreding, vergraving en insporing van de bodem door zwaar verkeer et cetera, die optreden ten gevolge van menselijke activiteiten. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting van de bodem of vegetaties en dergelijke. Dit kan leiden tot directe aantasting of het verdwijnen van groeiplaatsen of leefgebied, wat er weer toe kan leiden dat planten verdwijnen of dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Mechanische aantasting heeft een relatie met oppervlakteverlies. Het verschil is dat oppervlakteverlies een ruimtelijke afname betreft en bij mechanische effecten gaat om een fysieke aantasting, zonder een ruimtelijke component. Het uitgangspunt is dat de boring tijdelijk is en dat na afronding de lokale situatie herstelt. Hierdoor is geen sprake van oppervlakteaantasting. Ook is het uitgangspunt dat een boring niet leidt tot aantastingen van de bodemopbouw, structuur of grondwaterpeilen of -stromingen.

Mechanische effecten worden verdeeld in korte- en langetermijneffecten. Korte termijneffecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie door andere activiteiten (betreding, berijden etc.). De vegetatie en de bovenste bodemlaag worden aangetast waardoor de oorspronkelijke vegetatie en functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is. Afhankelijk van de kwetsbaarheid van de vegetatie of het leefgebied kunnen ook langetermijneffecten optreden. Vegetaties, leefgebieden of ecosystemen met een lange hersteltijd zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door vergraving en dergelijke gewijzigd zijn. Strandvlaktes zijn zeer dynamisch en kennen eveneens nauwelijks een bodemopbouw en de hierin voorkomende soorten zijn aangepast aan de dynamiek en hier soms zelfs afhankelijk van. Het graven in dergelijke strandvlaktes is vergelijkbaar met deze dynamiek en na afronding is nauwelijks hersteltijd nodig. De Wegbermen die begroeid zijn met duindoorn bestaan momenteel uit soorten arme vegetatie. Door de werkzaamheden gaat de successie terug naar een pionierssituatie. Hierdoor ontstaat een soortrijkere vegetatie. Deze wegbermen zullen zich na verloop van tijd weer ontwikkelen tot duindoornstruweel. Na 4 jaar is het struweel zich aan het

ontwikkelen en na 20 jaar heeft het struweel zich weer tot een dichte begroeiing ontwikkeld (Groot et al., 2016).

Tijdelijke aantasting is relevant voor het grootste deel het VKA-tracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. De kabelgeul bij de open ontgraving is maximaal 6 meter breed, inclusief werkstrook is een breedte nodig van maximaal 29 meter.

4.9 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld (B) wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie Gill et al., 2012 en Snoek et al., 2016. De stroomkabel produceert dus een magnetisch (B) veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver.

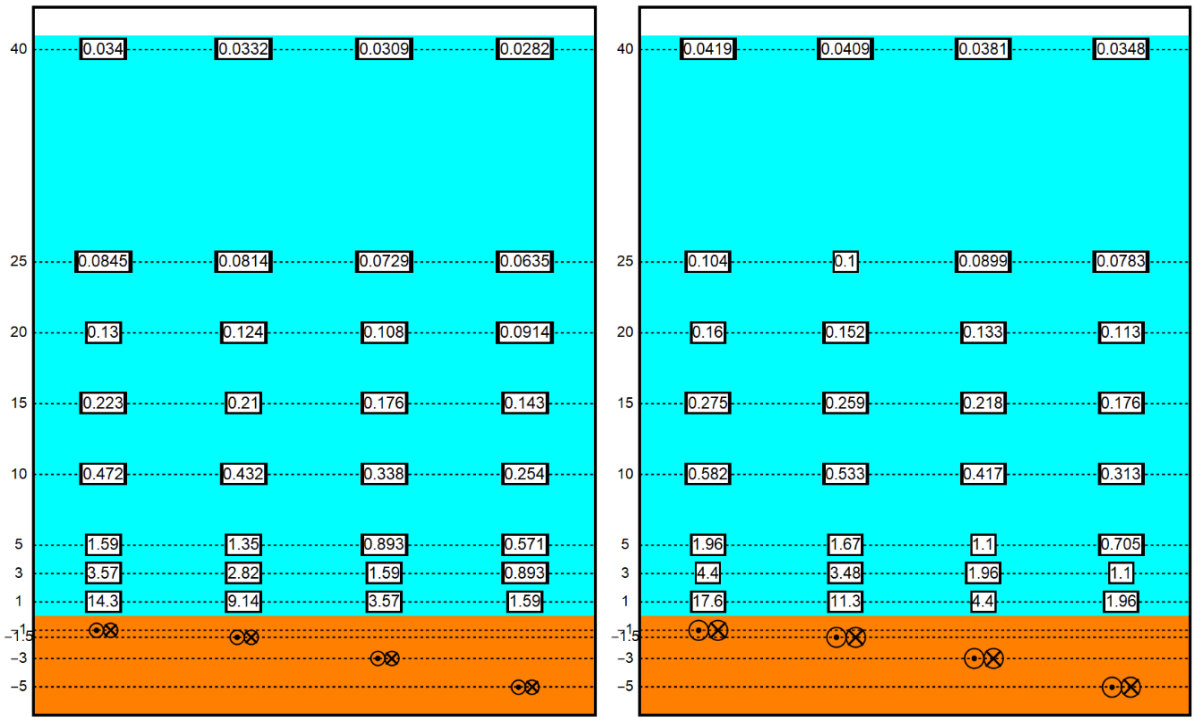
4.9.1 Elektromagnetische velden op zee

In Figuur 34 is de magneetveldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven voor de (1x4)-kabelconfiguratie. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 36. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. De waardes van de (2x2)-kabelconfiguratie liggen in de gebruiksfase licht hoger, maar blijven rond dezelfde waardes, waardoor er geen verschil is in de gebruiksfase tussen de (1x4)- en (2x2)-kabelconfiguratie. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase van de (2x2)-kabelconfiguratie 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. De (1x4)-ligt dus lager dan dit.

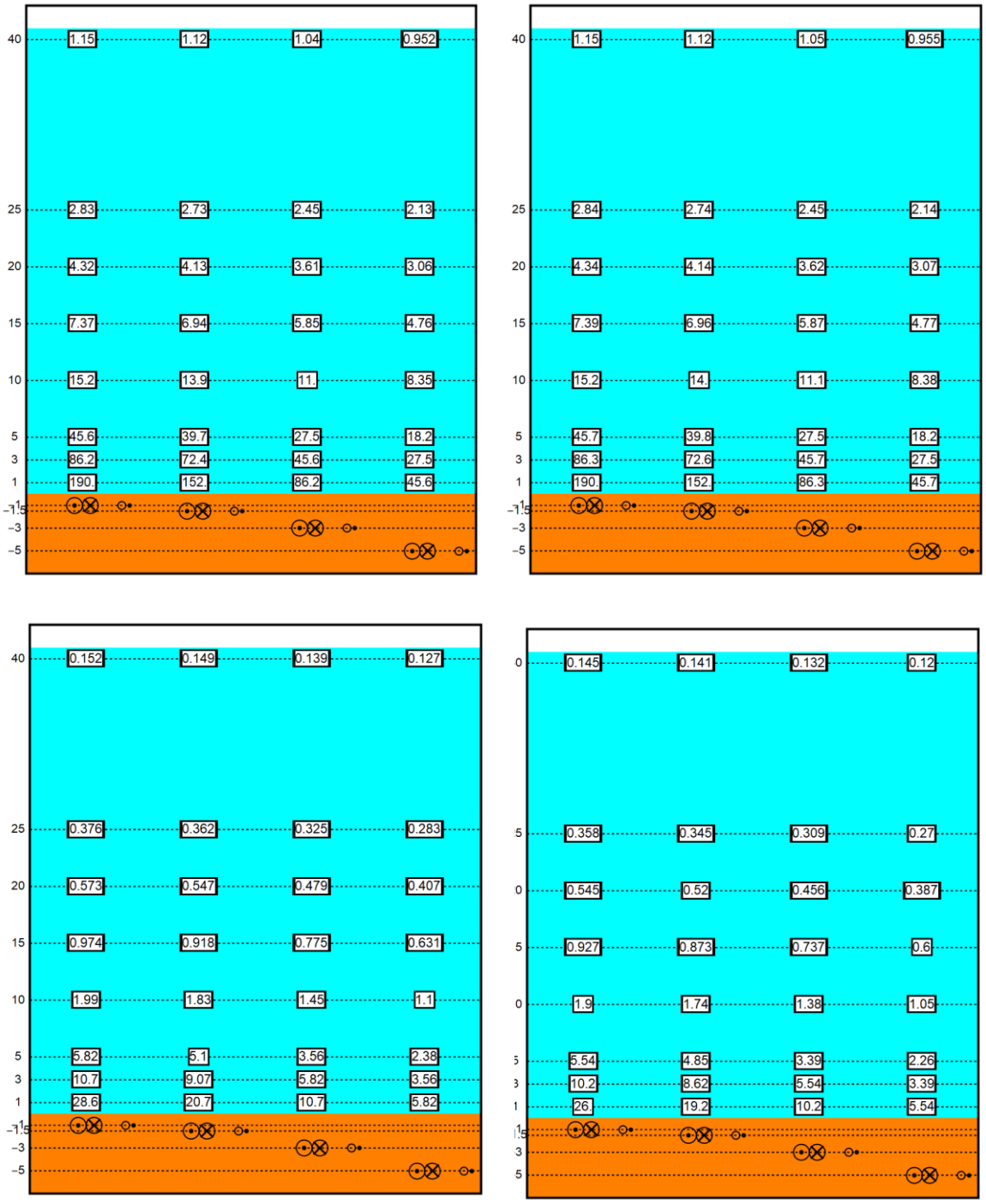
In Figuur 35 is de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud voor de (2x2)-kabelconfiguratie. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Omdat deze in de (2x2)-kabelconfiguratie los ligt op enkele meters van de + en – pool geeft deze hogere waardes. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 10 (bodem) tot 40 keer (40 m boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven

de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT (in het geval van een beide kabeldiktes (150 mm; voorheen 0,034 µT en 185 mm; voorheen 0,0419 µT). Deze waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud optreden. Storing komt waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid voor in een periode van 40 jaar.

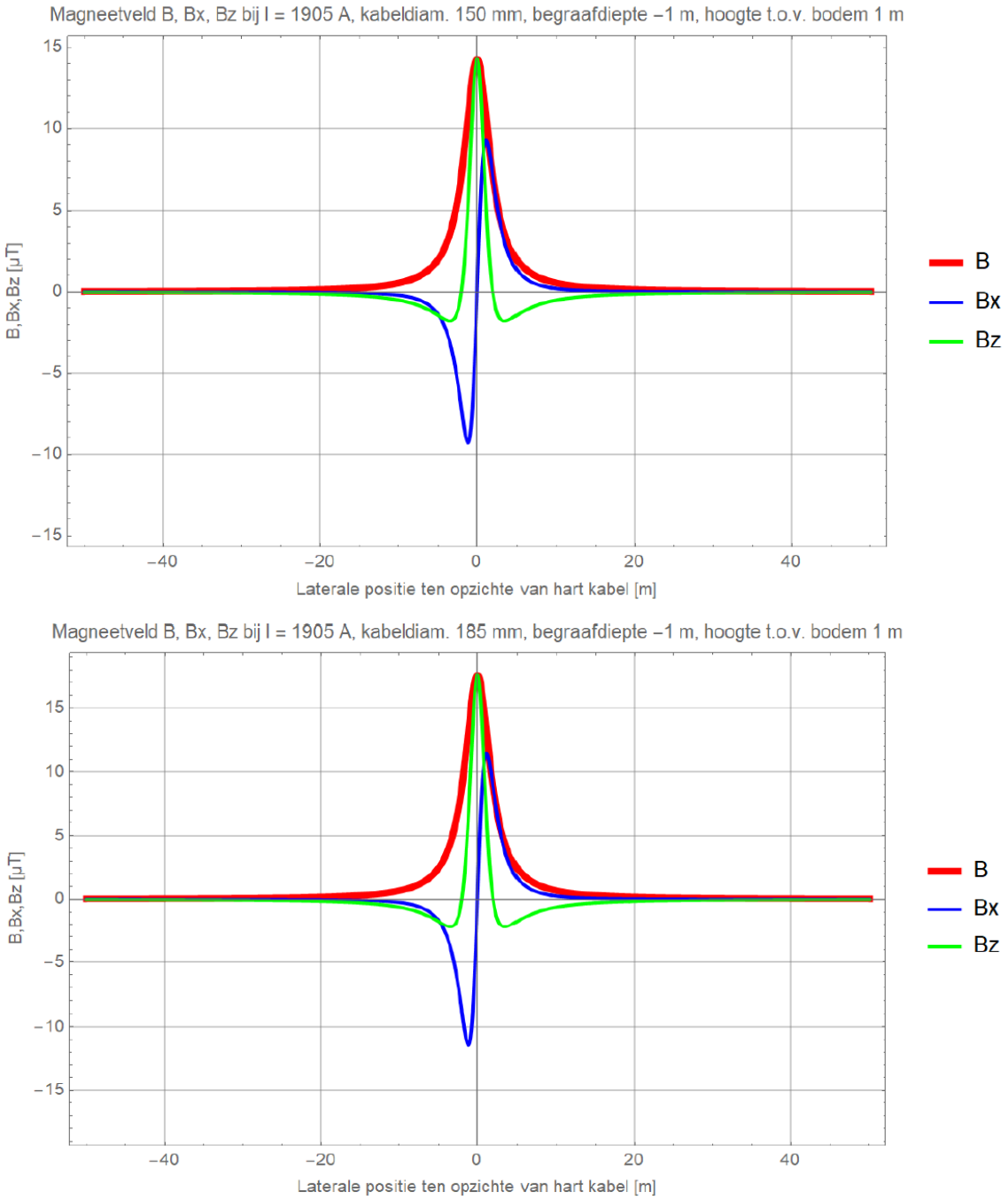
Recentelijk is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een HVDC-kabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



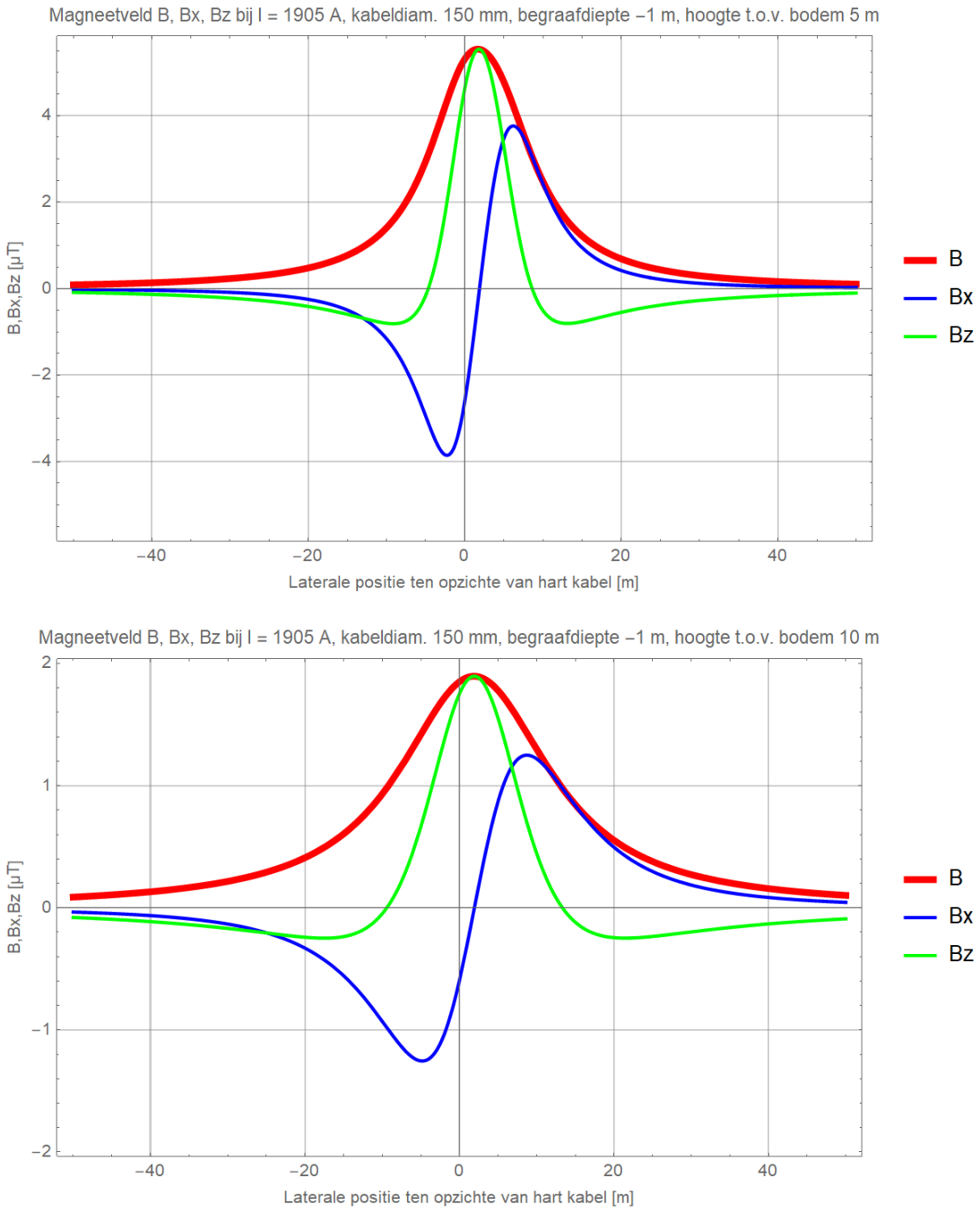
Figuur 34 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm voor de (1x4)-kabelconfiguratie voor de gebruiksfase. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door Van Essen (2020).



Figuur 35 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens onderhoud (boven) en storing (onder) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door Van Essen (2020).



Figuur 36 Berekende magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) voor (1x4)-kabelconfiguratie. Het magneetveld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele magneetveld (B) zal van toepassing zijn. Afkomstig van Van Essen (2020).

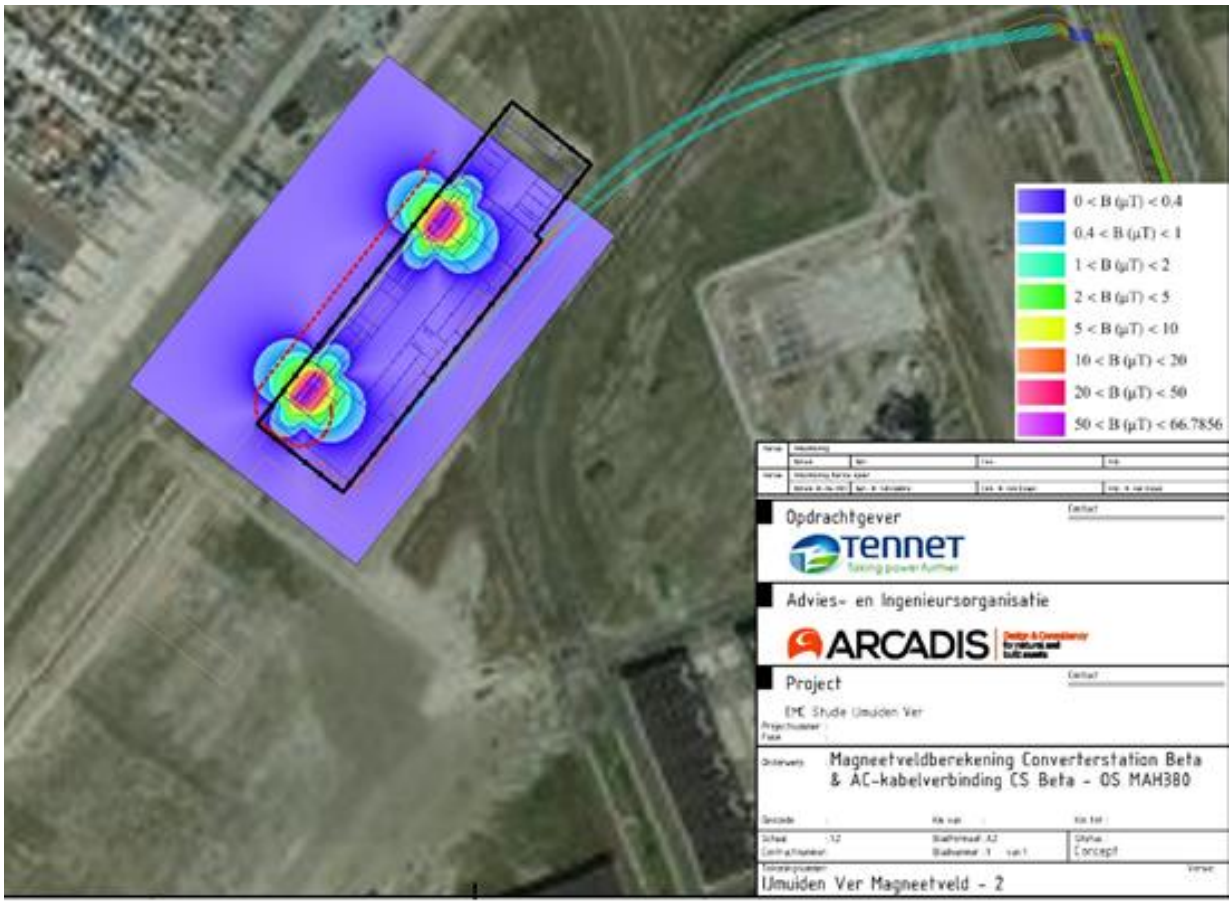


Figuur 37 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021b)

4.9.2 Elektromagnetische velden op land

De kabels op land leiden tot een waarneembaar elektromagnetisch veld boven de grond. Uit een literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) blijkt dat langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig blootgesteld aan het elektromagnetisch veld. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie (zie Bijlage VIII-B).

Uit de EMV-studie blijkt het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld te hebben. In Figuur 38 is de elektromagnetisch veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Beta reikt tot ongeveer 63 m horizontaal en 25 m vanaf de randen van de geleiders en reikt tot ongeveer 45 m buiten het hekwerk van converterstation Beta (blauwe zone).



Figuur 38 Magneetveld op converterstation Beta en rondom het kabeltracé richting converterstation Beta. De zwarte lijn geeft het hekwerk weer.

De maximale reikwijdte van het elektromagnetisch veld van het converterstation is dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken trekvogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter dan dat van de kabels en het converterstation. Elektromagnetische velden op land worden niet verder beoordeeld. Effecten van het elektromagnetisch veld op beschermde natuurwaarden zijn niet aan de orde en worden daarom niet verder beoordeeld.

4.10 Verontreiniging op zee

Bij de kabelaanleg kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodemkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronnen of PFAS bronnen. Bekende bronnen liggen dermate ver van het tracé dat er geen risico is. Omdat bij de werkzaamheden geen verontreiniging vrijkomt, wordt dit niet verder meegenomen in de beoordeling.

Ook bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt gecontroleerd op olie en/of glycol. Alleen niet gecontamineerd regenwater zal in zee geloosd worden, afvalwater van toiletten zal niet direct op zee geloosd worden. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het gezuiverde water grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid ongezuiverd materiaal zal worden opgeslagen. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten of wordt de ontlasting in een 'zwart' watertank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land. Verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

4.11 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor benthische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor niet beïnvloed worden. De temperatuursverhoging van de zeebodem zal verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, die tussen de seizoenen kan oplopen tot 30 graden Celsius (Müller et al., 2016). Er is ook geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse al nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken voorbij de veiligheidszone (ordegrootte tientallen tot honderden meters) tot aan de volgende kabel. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

4.12 Verdroging op land

De aanwezigheid van objecten onder de grond kan van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen

veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Bij de werkzaamheden in de aanlegfase van de kabel en het converterstation vindt bemaling plaats, dit kan lokaal leiden tot verdroging. Voor de verschillende punten langs het tracé en het converterstation waar bemaling plaatsvindt duurt dit maximaal 4 weken. Er zijn op en langs het VKA-tracé geen verdrogingsgevoelige leef- of foerageergebieden aanwezig. Negatieve effecten van verdroging zijn uitgesloten. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna, dit wordt niet verder beoordeeld.

4.13 Verzuring en vermesting

Toelichting
Stikstofdepositie leidt tot vermesting (‘verrijking’) van ecosystemen via de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden). De groei in veel natuurlijke landecosystemen zoals bossen, vennen, duinen en heidevelden wordt gelimiteerd door de beschikbaarheid van stikstof. Het gevolg van stikstofdepositie is dat deze extra stikstof extra groei geeft. Daarbij is de beschikbaarheid van stikstof bepalend voor de concurrentieverhoudingen tussen de plantensoorten. Als de stikstofdepositie boven een bepaald kritisch niveau komt, neemt een beperkt aantal plantensoorten sterk toe ten koste van meerdere andere. Hierdoor neemt de biodiversiteit af. Vooral (veelal soortenrijke) kruidenvegetaties met plantensoorten die langzaam groeien, klein en laag blijven en die zijn aangepast aan een situatie van permanent ‘voedselgebrek’ zijn gevoelig voor vermesting. Stikstofdepositie kan leiden tot verrijking van de voedselsituatie (‘vermesting’), waardoor grotere, sneller groeiende en meer concurrentiekrachtige planten de soortenrijke vegetaties kunnen overwoekeren (‘verruiging’).

Stikstofdepositie kan ook verzurend werken, waarbij bodem en grondwater chemisch van karakter veranderen en waardoor soorten en habitattypen van basische, neutrale en zwak zure omstandigheden kunnen verdwijnen. De oorspronkelijk aanwezige planten worden daarbij vrijwel geheel verdrongen en/of verdwijnen en er ontstaat dus een ander vegetatietype. In hoeverre en in welke mate effecten door stikstofdepositie optreden, is afhankelijk van lokale factoren als hydrologische conditie, fosforgehalten, zuurgraad en het gevoerde beheer.

Relevant voor de veranderende depositie van stikstof zijn stikstofgevoelige natuurwaarden (zowel habitattypen als leefgebieden van kwalificerende soorten) in een overbelaste situatie. Gevoelige natuurwaarden zijn die natuurwaarden die:

- Gevoelig of zeer gevoelig zijn voor de depositie van stikstof volgens Van Dobben et al., 2012, én;
- De achtergronddepositie (de aanwezige stikstofdepositie in de huidige situatie waarin de bijdrage van verkeer, industrie, verkeer, landbouw, etc.) is meegenomen de kritische depositiewaarde (het niveau van de stikstofdepositie waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van het habitat significant wordt aangetast (Van Dobben et al., 2012)) van het gevoelige habitattype overschrijdt én;
- Als gevolg van de werkzaamheden een toename van de stikstofdepositie ontvangt.

Voor het onderdeel vermesting en verzuring als gevolg van stikstofdepositie, is de depositie als gevolg van de voorgenomen activiteiten onderzocht door de stikstofemissies en -deposities te berekenen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het hiervoor ontwikkelde model (de Aerius-calculator). De uitkomsten van de berekening zijn te vinden in Bijlage A. De effecten van stikstof worden beoordeeld voor de stikstofgevoelige natuurwaarden (habitattypen en leefgebieden van soorten) binnen Natura-2000-gebieden.

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel Aerius is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen. Voor deze berekeningen is uitgegaan van een behaalde emissiereductie van 80%. Relevante deposities zijn alleen aan de orde gedurende de aanlegfase, tijdens het gebruik is geen sprake van relevante deposities hoger dan 0,00 mol N/ha. De hoogste depositie treedt op in het Natura 2000-gebied Voornes Duin en bedraagt in zijn totaliteit 0,77 mol N/ha voor de 1x4 kabelconfiguratie en 0,91 mol N/ha voor de 2x2 kabelconfiguratie gedurende de aanlegfase van drie tot vier jaar. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager.

Onderscheid voor Passende Beoordeling MER fase 2 en inpassingsplan en de Passende Beoordeling voor Wnb-vergunning

In de op 1 juli 2021 in werking getreden Wet stikstofreductie en natuurverbetering en het bijbehorende besluit stikstofreductie en natuurverbetering (Staatsblad 2021, 287 en Staatsblad 2021, 288) wordt middels een partiële vrijstelling geregeld dat de tijdelijke gevolgen van de door de bouw veroorzaakte stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden buiten beschouwing worden gelaten bij de natuurvergunning. De vrijstelling is ook van toepassing op de uitvoering van het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha dat daarmee partieel -namelijk alleen voor het aspect tijdelijke stikstofdepositie- wordt vrijgesteld van vergunning op grond van de Wet natuurbescherming.

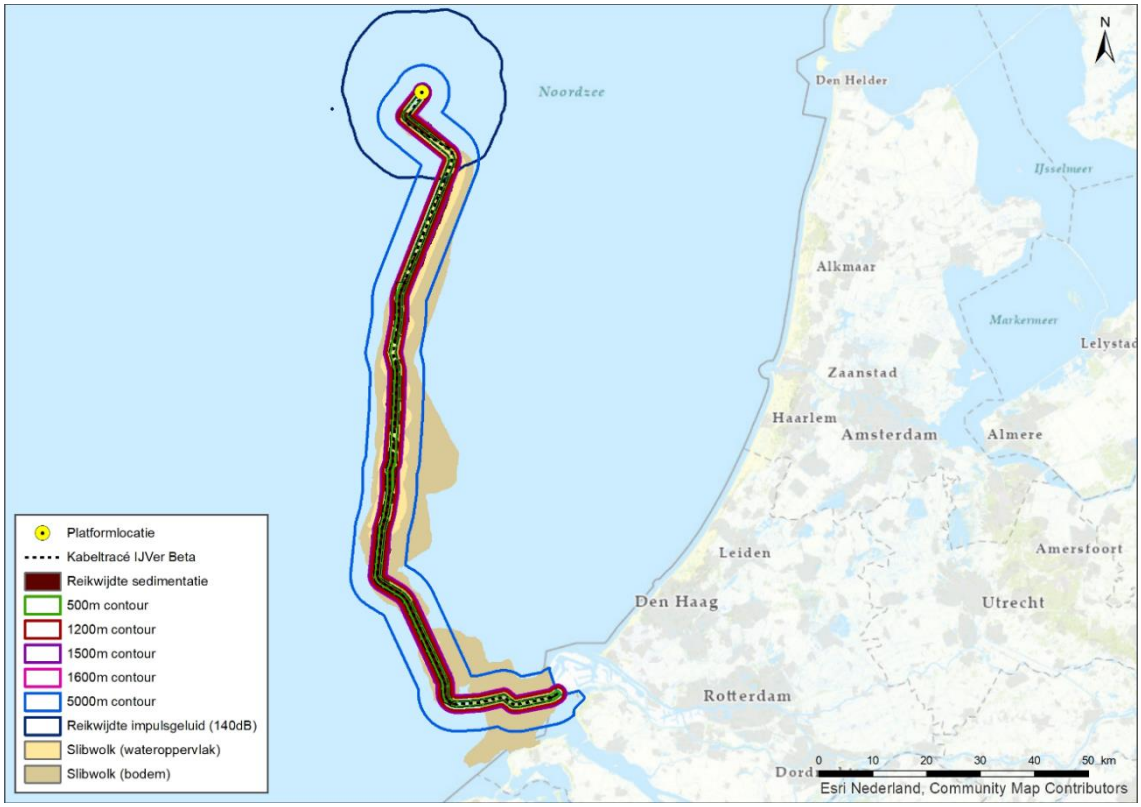
Voor MER fase 2 en het inpassingsplan is een Passende Beoordeling opgesteld met daarin een ecologische beoordeling stikstof. Voor de Wnb-vergunning is ook een Passende Beoordeling opgesteld waarin deze ecologische beoordeling om de hiervoor genoemde reden niet is opgenomen. De twee passende beoordelingen zijn, op het aspect stikstofdepositie na, voor de overige ecologische aspecten hetzelfde.

4.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

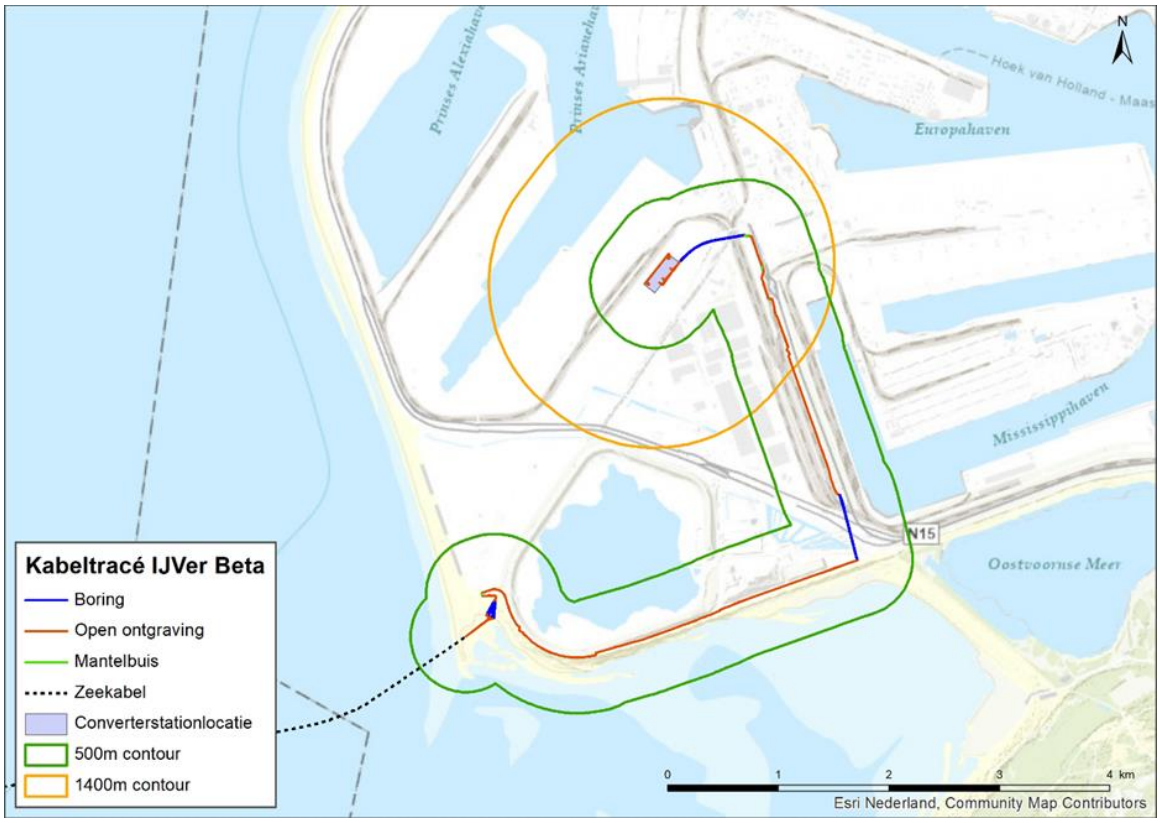
In Tabel 6 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 39 en Figuur 40 zijn de reikwijdtes samengevat in kaarten.

Tabel 6 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit voor zowel de (1x4-) als de (2x2)-kabelconfiguratie.

Gevolg		Op zee / op land	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Op open zee bevindt de slibwolk zich rondom VKA-tracé en ten oosten. In de kustzone reikt de slibwolk van de Tweede Maasvlakte in het oosten tot halverwege de Brouwersdam in het zuidwesten.
Sedimentatie		Zee	Effecten van sedimentatie kunnen bij aanlanding en vanaf circa 15 km uit de kust optreden rondom het VKA-tracé (in een zone van maximaal 4 km breed). Ook treedt sedimentatie op in een gebied (595 ha) binnen de kustzone.
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Zee	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Rondom platform Zeezoogdieren en trekvissen: 17,5 kilometer
Bovenwater verstoring	**Geluid en visueel**	Zee	500 meter voor vogels 1.200 meter voor zeehonden 1.500 meter voor gevoelige vogels 1.600 meter voor zwarte zee-eend
	Licht	Zee	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg Bij de platforms
Verstoring op land	**Geluid**	Land	Boorwerkzaamheden circa 500 meter
	Licht	Land	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties
	Visueel	Land	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	65 meter voor pre-sweepen en baggeren 25 meter voor trenchen Ter plaatse van de platformpoten en fundering
		Land	Maximaal 31 meter voor open ontgravingen
Elektromagnetische velden		Zee	Horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Geen effect
Verontreiniging		Zee	Geen effect
Warmteontwikkeling		Zee	Geen effect
Verdroging		Land	Geen effect
Verzuring en vermesting		Zee/land	Depositie op alle Natura 2000-gebieden in Nederland en mogelijk enkele Natura 2000-gebieden over de grens van België en Duitsland



Figuur 39 Studiegebied werkzaamheden op zee



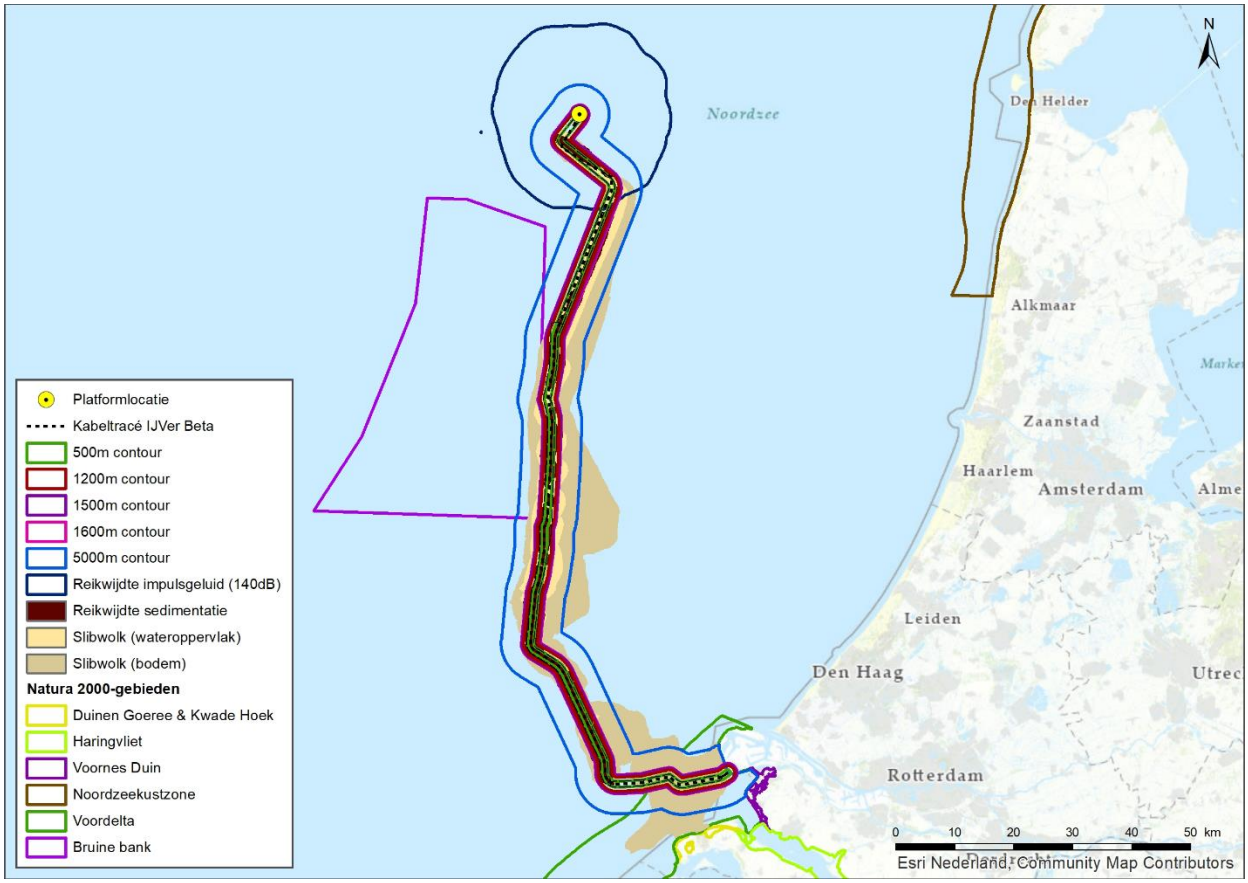
Figuur 40 Studiegebied werkzaamheden op land

5 Betrokken Natura 2000-gebieden

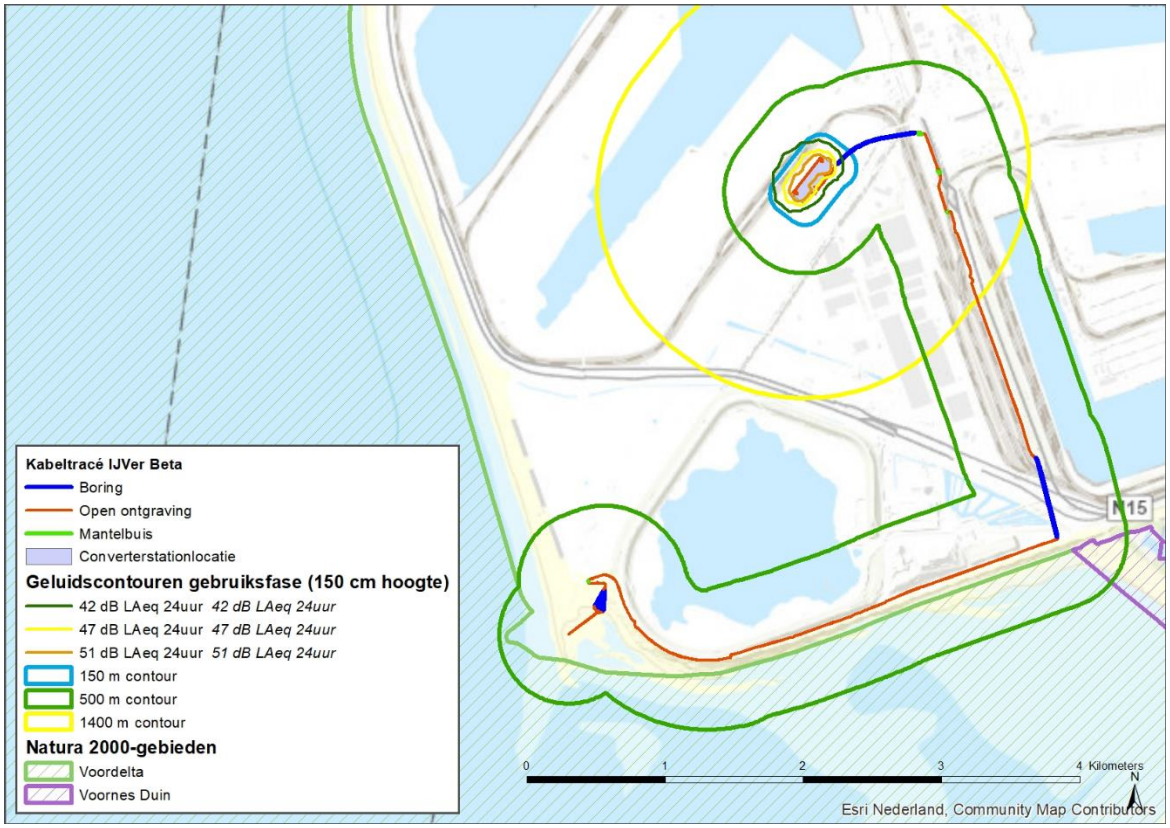
5.1 Het studiegebied

In het voorgaande hoofdstuk is per gevolg de reikwijdte en het daaruit af te leiden studiegebied gepresenteerd. In Figuur 41 is het studiegebied getoond in relatie tot de ligging van Natura 2000-gebieden op zee. In Figuur 42 is dit gedaan voor de gevolgen op land. Aan de hand van de reikwijdtes in relatie tot Natura 2000-gebieden wordt per gevolg bekeken of er een effectbepaling en toetsing nodig is.

De figuren laten zien dat er overlap van het studiegebied op zee is met de Natura 2000-gebieden Voordelta de Bruine Bank. De Bruine Bank is op dit moment nog niet aangewezen als Natura 2000-gebied maar er is al wel een ontwerp aanwijzingsbesluit voor (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Daarom is gekozen om de Bruine Bank als aangewezen te beschouwen.
De figuren laten zien dat er overlap is van het studiegebied op land met Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Voordelta.



Figuur 41 Samenvatting reikwijdte gevolgen op zee ten opzichte van Natura 2000-gebieden



Figuur 42 Samenvatting reikwijdte effecten natuur op land

Per gevolg kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Vertroebeling: Vertroebeling reikt tot in Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Voordelta. De effecten hiervan worden nader onderzocht.
- Sedimentatie: Sedimentatie reikt tot in Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten hiervan worden nader onderzocht.
- Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid: De verstoringscontour overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta en Bruine Bank. Er is geen sprake van externe effecten op zeezoogdieren of trekvissen die zich buiten deze Natura 2000-gebieden bevinden. Migratie van en naar de gebieden wordt niet geblokkeerd door het VKA-tracé. Verstoring door continu onderwatergeluid wordt nader onderzocht.
- Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid: De verstoringscontour overlapt niet met Natura 2000-gebieden. Wel is er mogelijk sprake van externe effecten omdat zeezoogdieren of trekvissen toegewezen aan nabijgelegen Natura 2000-gebieden hier effecten van kunnen ondervinden. De externe effecten worden nader onderzocht.
- Verstoring door bovenwatergeluid, beweging en licht van de aanleg: De verstoringscontour overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta en Bruine Bank. Dit wordt gezamenlijk met verstoring op land door geluid, licht en beweging meegenomen als “verstoring door geluid, licht en beweging”. De effecten worden nader onderzocht.
- Verstoring op land door geluid, licht en beweging: reikt tot in het in Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Voordelta. Dit wordt gezamenlijk met bovenwaterverstoring meegenomen als “verstoring door geluid, licht en beweging”. De effecten worden nader beschreven in de Passende Beoordeling.
- Habitataantasting op zee: Het VKA-tracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten worden nader onderzocht.
- Habitataantasting op land (mechanische verstoring): Het VKA-tracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten worden nader onderzocht.

- Elektromagnetische velden op zee: De verstoringscontour van het magnetische veld (en geïnduceerde elektrische veld) overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta. Effecten worden nader onderzocht.
- Verdroging: De verstoringscontour van verdroging reikt niet tot in Natura 2000-gebied en beïnvloed geen gevoelige habitattypen. Verdroging wordt niet verder beoordeeld.

In de onderstaande tabel is samengevat welke gevolgen beoordeeld worden in relatie tot welk Natura 2000-gebied.

Tabel 7 Optredende effecten per Natura 2000-gebied. X = ruimtelijke overlap van effect met een Natura 2000-gebied. E = extern effect

Natura 2000-gebied	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring door impuls-onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden op zee
Voordelta	X	X	X	E	X	X	X
Bruine Bank	X		X		X		
Voornes Duin					X		

5.2 Beïnvloedde instandhoudingsdoelen

In Tabel 8 is samengevat welke instandhoudingsdoelen een effect kunnen ondervinden van de vastgestelde gevolgen van het VKA. In de volgende paragrafen is per Natura 2000-gebied aangegeven welke instandhoudingsdoelen een effect ondervinden.

Tabel 8 Betrokken instandhoudingsdoelen bij de vastgestelde gevolgen en effecten

Gevolg	Effect	Betrokken instandhoudingsdoelen
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	Primaire productie (H1110, H1140) Filterfeeders (H1110, H1140) Zichtjagende vogels Trekvissen
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren, habitattypen	Bodemdieren (H1110, H1140) Habitattypen
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vissen Zeezoogdieren
Verstoring door impuls-onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	Zeezoogdieren Trekvissen
Verstoring door geluid, beweging, licht	Verstoring tijdens rusten, broeden, ruien of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vogels Vleermuizen Reptielen Zoogdieren

Gevolg	Effect	Betrokken instandhoudingsdoelen
Habitataantasting op zee	Beschadiging bodemleven, verlies habitat, verandering bodemdynamiek	Bodemdieren (H1110; H1140) Bodemsamenstelling (habitattypen) (H1110; H1140)
Elektromagnetische velden (zee)	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	Trekvissen Zeezoogdieren

5.3 Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied

5.3.1 Bruine Bank

Effecten van bovenwaterverstoring (voor gevoelige vogels), continu onderwatergeluid en vertroebeling reiken tot in de Bruine Bank. De Bruine Bank is aangewezen voor dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021).

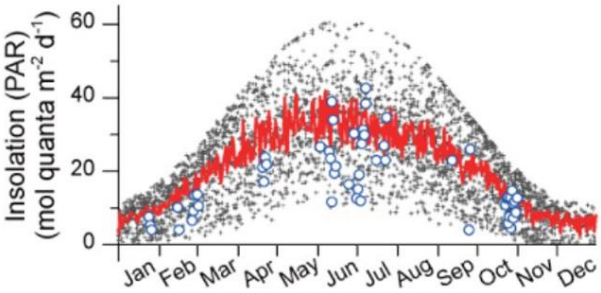
Verstoring door continu onderwatergeluid reikt in de Bruine Bank. Vogels rusten op het water, of vliegen, en ondervinden in principe geen hinder van onderwatergeluid. Theoretisch kunnen deze vogels tijdens het duiken het geluid wel horen. In de praktijk is een groot deel van het geluid al uitgedoofd tegen de tijd dat dit de Bruine Bank bereikt. Bovendien wordt het gebied tijdelijk onaantrekkelijker om te foerageren omdat de vissen weggejaagd worden door de ADD (Acoustic Deterrent Device, door geluidssignalen uit te zenden worden organismen voor aanvang van het heien verjaagd) en slow start (zie paragraaf 7.4.4 voor een toelichting). Ook de ADD is afgezwakt eer het bij de Bruine Bank aan komt. De kans dat deze vogels daarmee hinder van onderwatergeluid ervaren is dermate klein dat dit niet nader wordt onderzocht.

Voor bovenwaterverstoring door geluid, licht en optiek reikt de verstoringscontour voor gevoelige soorten tot in de Bruine Bank. Er vindt overlap plaats met de Bruine Bank.

In de Bruine Bank kan vertroebeling optreden. Dit kan directe effecten hebben op zichtjagende vogels (betreft alle in de Bruine Bank aangewezen vogelsoorten) door de beïnvloeding van het vangstsucces. Ook kunnen er effecten van vertroebeling op bodemdieren ontstaan, welke kunnen doorwerken in de voedselketen en kan leiden tot voedseltekorten voor vogels (maar ook voor o.a. benthosetende vissen en daarmee indirect voor visetende vogels en zeezoogdieren).

Ook de primaire productie door fytoplankton is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met ca. een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014), Figuur 43. Verder bestaan er de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (door stikstof op de Bruine Bank en overige open zee) (Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer, maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 43), is

het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé langs de Bruine Bank in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden wordt het effect van vertroebeling op primaire productie in de Bruine Bank niet verder beoordeeld in deze toets.



Figuur 43 Fotosynthetisch actieve straling (een maat voor primaire productie activiteit) van fytoplankton over de maanden heen. Zwarte stippen geven metingen (dagelijks tussen 2002-2012) middels satelliet weer waarvan de rode lijn het gemiddelde is. De blauwe punten geven fysieke (in situ) metingen weer. Aangepast van (Matsumoto et al., 2014)

Tabel 9 Natuurwaarden van de Bruine Bank waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X)

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Verstoring geluid, beweging, licht
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	X		X
	A175	Grote Jager	X		X
	A177	Dwergmeeuw	X		X
	A187	Grote mantelmeeuw	X		X
	A199	Zeekoet	X		X
	A200	Alk	X		X

5.3.2 Voordelta

In de Voordelta kunnen effecten van vertroebeling, sedimentatie, habitataantasting, elektromagnetische velden, verstoring door continu onderwatergeluid en verstoring door geluid, beweging en licht optreden. Vertroebeling en sedimentatie kunnen optreden in aangewezen habitattypen die onderwater staan, namelijk H1110 en H1140. Bovenwatergelegen habitattypes zijn uitgesloten. Vertroebeling kan een effect hebben op zichtjagende vogels en kan als barrière werken voor trekvissen. Sedimentatie kan een effect hebben op vogelsoorten die op droogvallende platen en onderwatervoer foerageren. Continu onderwatergeluid kan een effect hebben op zeezoogdieren en vissen. Broedvogels en niet-broedvogels zijn niet gevoelig voor deze verstoring. Verstoring door geluid, beweging en licht kan niet-broedvogels en rustende zeehonden verstoren. Habitataantasting kan een effect hebben op habitattypen. Elektromagnetische velden kunnen een effect hebben op de hiervoor gevoelige zeezoogdieren en trekvissen. In de onderstaande tabel zijn mogelijke effecten op de instandhoudingsdoelstellingen in de Voordelta weergegeven.

Zoals ook in 5.3.1 is besproken, is primaire productie afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en nutriënten. In de een brede strook langs de Nederlandse kust, waaronder de Voordelta, is de primaire productie gelimiteerd door nutriënten (fosfor (P)) gedurende de zomermaanden. In de wintermaanden is de gehele Noordzee, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta, juist gelimiteerd door zonlicht. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 43), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de Voordelta in de winter maanden

op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden wordt het effect van vertroebeling op primaire productie in de Voordelta niet verder beoordeeld in deze toets.

Aan de hand van Figuur 27 kunnen effecten op zichtjagende nestgebonden broedvogels worden uitgesloten. Deze vogels, zoals de meeste sterns, hebben slechts een kleine uitvliegradius. De grote stern heeft een uitvliegradius van 40 kilometer, en heeft zodoende ruim voldoende alternatief foerageerareaal beschikbaar waar geen vertroebeling optreedt (zie Figuur 27). Deze soorten worden beïnvloed door vertroebeling aan het oppervlak. Aangezien deze vertroebeling niet tot aan de kustzone (<10km van de kust) komt worden deze niet meegenomen in de beoordeling.

Tabel 10 Kwalificerende natuurwaarden van het Natura 2000-gebied Voordelta waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X)

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Continu onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	X	X				
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	X	X			X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	X	X				
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X	X			X	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)						
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)						
	H1320	Slijkgrasvelden						
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)						
	H2110	Embryonale duinen						
	H2120	Witte duinen						
Habitatsoorten	H1095	Zeeprik	X		X			X
	H1099	Rivierprik	X		X			X
	H1102	Elft	X		X			X
	H1103	Fint	X		X			X
	H1351	Bruinvis			X			X
	H1364	Grijze zeehond			X	X		X
	H1365	Gewone zeehond			X	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker				X		
	A005	Fuut				X		
	A007	Kuifduiker				X		
	A017	Aalscholver				X		
	A034	Lepelaar				X		
	A043	Grauwe gans				X		
	A048	Bergeend		X		X		
	A050	Smient				X		
	A051	Krakeend				X		
	A052	Wintertaling				X		
	A054	Pijlstaart				X		

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Continu onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A056	Slobeend				X		
	A062	Toppereend		X		X		
	A063	Eidereend		X		X		
	A065	Zwarte zee-eend		X		X		
	A067	Brilduiker				X		
	A069	Middelste zaagbek				X		
	A130	Scholekster		X		X		
	A132	Kluut		X		X		
	A137	Bontbekplevier		X		X		
	A141	Zilverplevier		X		X		
	A144	Drieteenstrandloper		X		X		
	A149	Bonte strandloper		X		X		
	A157	Rosse grutto		X		X		
	A160	Wulp		X		X		
	A162	Tureluur		X		X		
	A169	Steenloper		X		X		
	A177	Dwergmeeuw				X		
	A191	Grote Stern				X		
	A193	Visdief				X		

5.3.3 Voornes Duin

In het Voornes Duin kan verstoring door geluid, licht en optiek een effect hebben op habitatsoort noordse woelmuis en de aangewezen broedvogels. De habitatrichtlijnsoorten groenknolorchis en nauwe korfslak zijn niet gevoelig voor verstoring, een nadere beoordeling is voor deze twee soorten niet aan de orde.

Tabel 11 Instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar mogelijk effecten op optreden

Groep	Instandhoudingsdoelen		Geluid, licht en optiek
Habitattypen	H2120	Witte duinen	
	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	
	H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	
	H2130C	Grijze duinen (heischraal)	
	H2160	Duindoornstruwelen	
	H2170	Kruipwilgstruwelen	
	H2180A	Duinbossen (droog)	
	H2180B	Duinbossen (vochtig)	
	H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	
	H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	
	H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	
	H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	
	H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	
	H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	
	H7210	Galigaanmoerassen	
Habitatsoorten	H1014	Nauwe korfslak	
	H1340	Noordse woelmuis	X
	H1903	Groenknolorchis	
Broedvogels	A008	Geoorde Fuut	X
	A017	Aalscholver	X
	A026	Kleine zilverreiger	X
	A034	Lepelaar	X

6 Systeem- en gebiedsbeschrijving

6.1 Natura 2000-gebieden

6.1.1 Natura 2000-gebied Bruine Bank

De Bruine Bank is een hoge permanent overstroomde zandbank die is omgeven door een diepere zeebodem. Het gebied is een belangrijk paaigebied voor vissen, zoals bot en schol. Er zitten in (de nabijheid van) het gebied zandkokerwormriffen (*Sabellaria spinulosa).* Deze riffen zorgen voor een hogere benthische biodiversiteit. Onder deze benthische soorten vallen naast de bovengenoemde platvissen ook verscheidende kabeljauwachtigen, zeenaalden en grondels (van der Reijden et al., 2019).

Daarnaast herbergt het gebied hogere vogelwaarden dan de rest van de Noordzee (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). Deze hogere waardes aan vogels komt onder andere door de aanwezigheid van de zandkokerwormriffen en de hogere biodiversiteit van voedselbronnen (Fijn & de Jong, 2019; van der Reijden et al., 2019). Het gebied wordt vooral in de winter intensief gebruikt door overwinterende vogels, waaronder alken, zeekoeten, jan-van-genten, grote jagers en verscheidende meeuwen (Fijn & de Jong, 2019). Voor deze vogelsoorten is het gebied ook aangewezen als Natura 2000-gebied. Daarnaast komen er op de Bruine Bank grote aantallen bruinvissen voor, en blijken dit vooral moeder/kalf paren (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012).

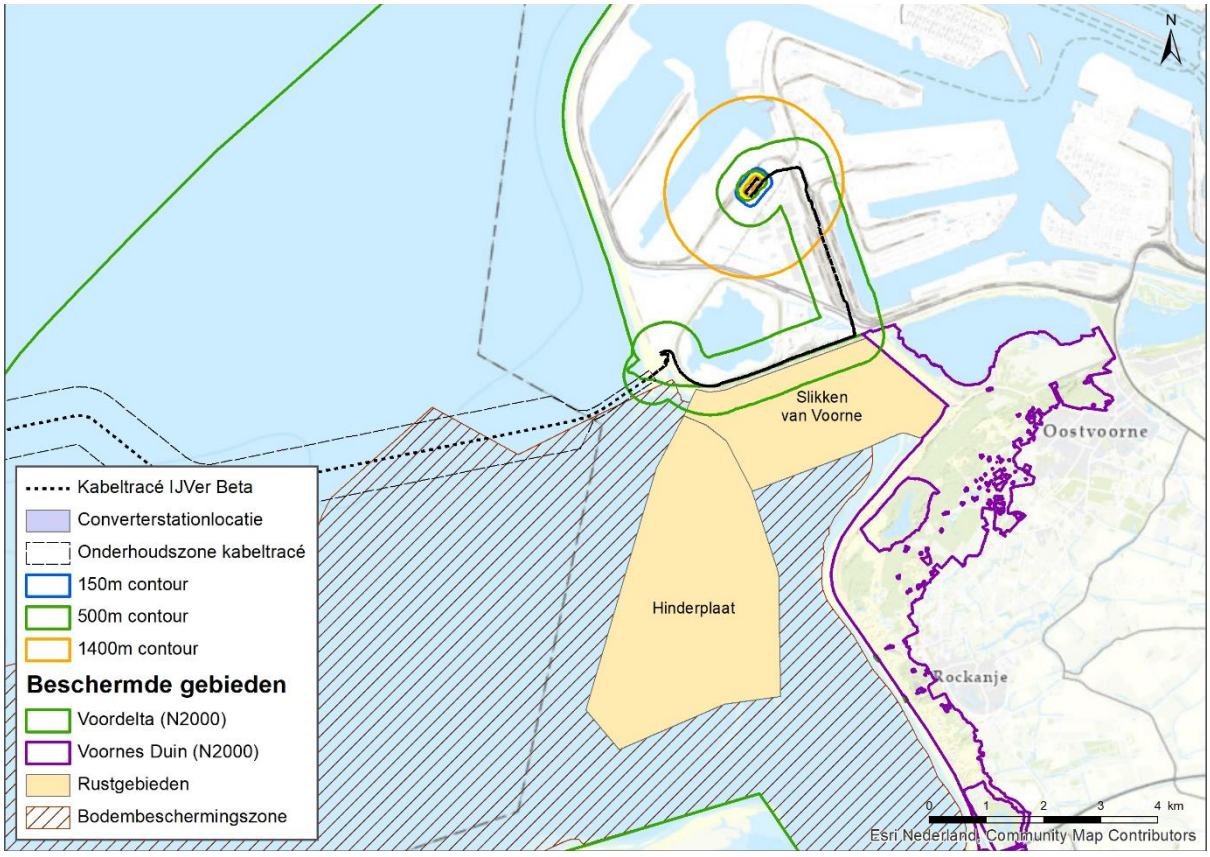
6.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta

Natura 2000-gebied Voordelta ligt voor de Zuid-Hollandse en Zeeuwse kust, beginnend bij de Maasvlakte tot aan Walcheren. Het is onderdeel van het Nederlandse deltagebied. Het gebied beslaat zo'n 900 km^2 (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). Het gebied is een afwisseling tussen zoet, zout, diep en ondiep water en hierdoor is het een belangrijk leef- en foerageergebied voor zeehonden, vissen en vogels (Noordzeeloket, 2019). Het open water in de Voordelta is van belang voor visetende trekvogels zoals de roodkeelduiker, maar ook voor schelpdiereters zoals de zwarte zee-eend en eider. Het intergetijdengebied wordt gebruikt door steltlopers en eenden zoals de scholekster, drieteenstrandloper en bergeend. Het belangrijkste intergetijdengebied in de Voordelta is de Slikken van Voorne. Dit intergetijdengebied is van bijzondere betekenis voor trekvogels die hier een belangrijke tussenstop hebben om te foerageren tijdens hun trektocht (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).

In de Voordelta zijn een bodembeschermingsgebied en vijf rustgebieden ingesteld. De aanleg van Maasvlakte 2 resulteerde in een verlies van 2,8% van het habitattype H1110B ("met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken van de Noordzeekustzone") in de Voordelta, met als gevolg dat ook de foerageerfuncties voor de grote stern, de visdief en de zwarte zee-eend mogelijk achteruit zouden gaan. Hiervoor moesten compensatiemaatregelen genomen worden om de totale natuurwaarde in de Voordelta in stand te houden.

Voor de zwarte zee-eend, grote stern en visdief zijn verschillende rustgebieden ingesteld. In de Voordelta zijn vijf rustgebieden ingesteld. In de buurt van het VKA-tracé ligt rustgebied de Bollen van het Nieuwe Zand (zie Figuur 44). De bollen van het Nieuwe Zand zijn aangewezen als winter rust- en foerageergebied voor zwarte zee-eenden. In dit gebied is het verboden in de periode van 1 november tot 1 mei enige activiteit van welke aard dan ook te verrichten met uitzondering van gemotoriseerde en ongemotoriseerde luchtvaart, (Artikel 3 in Toegangsbeperkend besluit Hinderplaat, Bollen van de Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand (herleefd). Tevens geldt de toegangsbeperking niet voor: 'Uitvoering noodzakelijke overheidstaken' en 'onderhoud van kabels en leidingen', Artikel 4. Dit laatste betreft onderhoudswerkzaamheden aan kabels en leidingen tussen 1 september en 1 mei. Toegang buiten deze periode is alleen toegestaan bij dringende noodzaak, dit ter beoordeling vooraf door het bevoegd gezag en onder eventuele nader voorgeschreven bepaling (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).

Er is ook een bodembeschermingsgebied (BBG) ingesteld als compensatiemaatregel voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte om het verlies van het habitattype 'permanent overstroomde zandbanken' en aan voedselareaal door de aanleg van Maasvlakte 2 te compenseren. Binnen het BBG mogen bepaalde vormen van bodemberoerende visserij (zware boomkorvisserij >260 pk) niet plaatsvinden (Rijkswaterstaat, 2016).

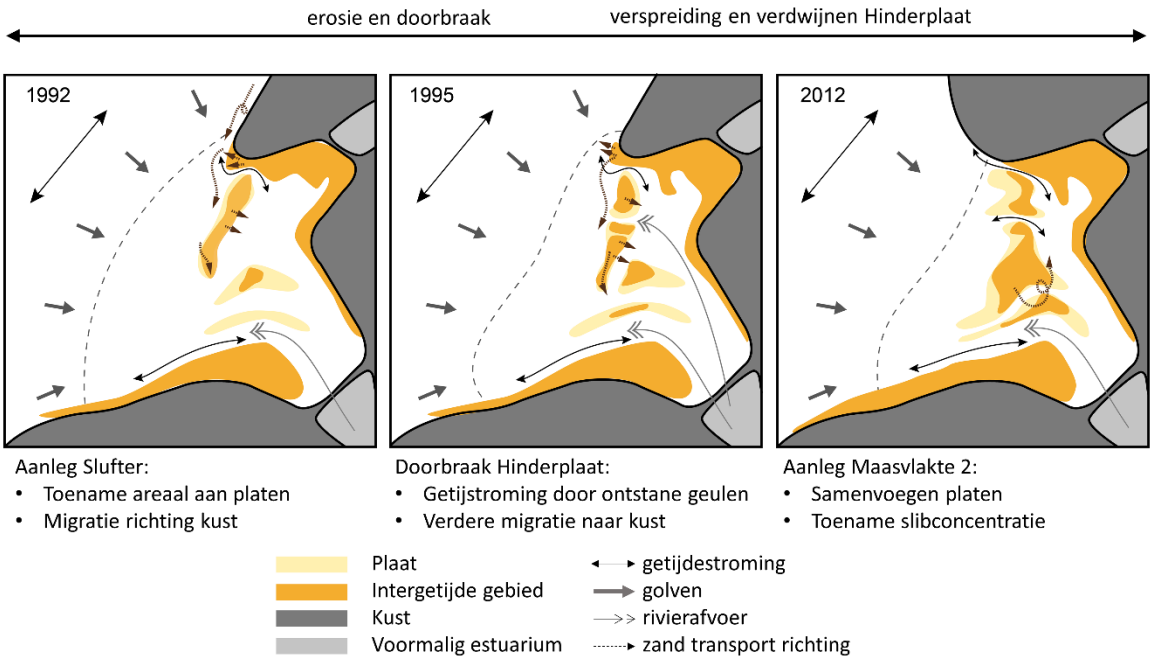


Figuur 44 De ligging van het VKA-tracé tot het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden Slikken van Voorne en de Hinderplaat in de Voordelta. De verstoringscontouren voor geluid, licht en optische verstoring van de werkzaamheden boven water en land ten opzichte van de rustgebieden.

De in de Voordelta gelegen monding (buitendelta) van het Haringvliet kent een complexe ontwikkeling. Het is daarom nog niet mogelijk te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat (zie Figuur 44) in de toekomst zullen liggen. De monding van het Haringvliet kent een geschiedenis aan menselijke ingrepen, waardoor de morfologie, bestaande uit geulen en zandplaten, zich in de loop van de jaren heeft aangepast zowel in de vorm van de platen als de verhouding geul-plaat. Na afsluiting van de Brielse Maas veranderde de morfologie, zo vulden geulen zich op en groeiden platen aan elkaar. Door verdere ingrepen van de mens, Europoort (1964-1966), Maasvlakte (1964-1976), Slufterdam (1986-1987) en Maasvlakte 2 (2008-2013), veranderde het noordelijke deel van de monding verder. Door deze landwinning werd het gebied beschermd tegen golven uit het noordwesten en veranderde de aanvoer van zand.

De belangrijkste ingreep betreffende de morfologische ontwikkeling van de monding was het afsluiten van de zeearm het Haringvliet door de Deltawerken. Hierdoor werd het Haringvliet afgesloten in 1970. Door de afsluiting nam de getijstroming van en uit het Haringvliet naar de Noordzee drastisch af. De sterke afname van de getijstroming en de relatieve toename van het belang van golven leidde tot een aantal grootschalige veranderingen in de monding van het Haringvliet. Uit analyse van de zeebodemhoogte tussen 1968 en 2009 komt naar voren dat aan de zeewaartszijde grootschalige erosie voorkomt, terwijl meer landwaarts sedimentatie plaats vindt (Elias, van der Spek, & Lazar, 2016). Sedimentatie in landwaartse richting resulteerde in een snelle groei van de Hinderplaat, die zowel in lengte als hoogte toenam. De lange, spitvormige Hinderplaat leidde tot een tijdelijke stabiele situatie, waardoor geulen konden vullen met fijn sediment van zo'n 5 à 7,5 m dik. Doordat de breedte van de Hinderplaat geleidelijk afnam, was het mogelijk dat deze na 1996 doorbroken werd. Daarna ontstond een meer dynamisch systeem met meerdere kleine geulen en zandplaten (Elias, van der Spek, & Lazar, 2016). Door golven is de buitendelta in landwaartse richting verplaatst.

Tussen 1986 en 1988 is de Slufter aangelegd die over het noordelijk deel van de Hinderplaat gaat. Tussen Slufter en de Hinderplaat is er een geul gegraven, het Hindergat, en het areaal van de Hinderplaat is afgenomen. Door het doorbreken van de Hinderplaat in 1996 bestaat de Hinderplaat niet langer uit een aaneengesloten plaat. Een nieuw (dynamisch) evenwicht is nog niet bereikt tussen de getijstroming en de wind gedreven sediment transport (Colina Alonso, 2018). De kleine geulen die na het doorbreken zijn gevormd kunnen weer opvullen, maar tijdens storm condities weer openbreken (Figuur 45).



Figuur 45 Conceptuele morfologische beschrijving van de ontwikkeling van de buitendelta in de laatste 30 jaar (Colina Alonso, 2018).

Sinds de aanleg van de Tweede Maasvlakte wordt de ontwikkeling van de platen en geulen ter plaatse van de aanlandingslocatie van de IJmuiden-Ver kabelsystemen ook beïnvloedt door de aanvoer van zand vanaf het Maasvlakte-strand naar het zuiden. De toch al complexe ontwikkeling van de geulen en onderdelen van de voormalige Hinderplaat is hiermee nog complexer geworden. Het is daarom nog niet mogelijk te kunnen voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen.

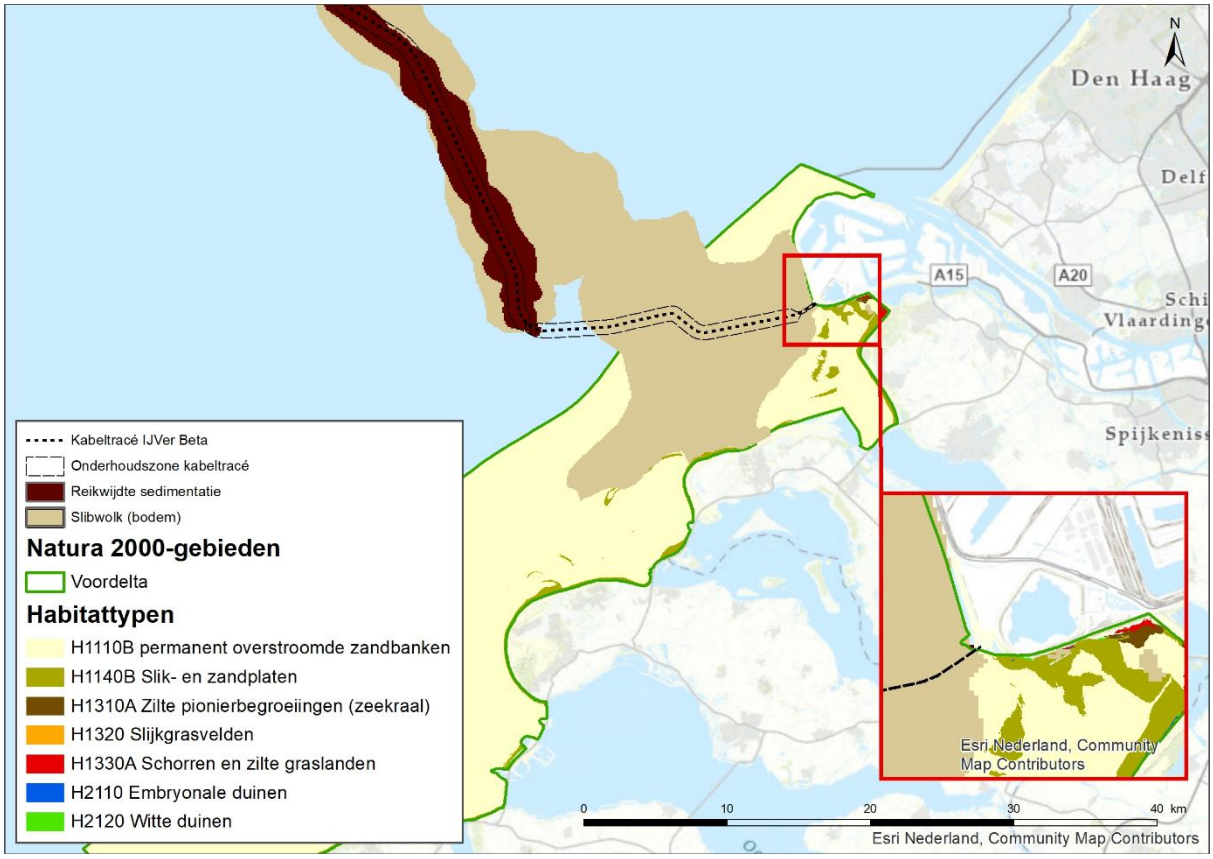
6.1.3 Natura 2000-gebied Voornes Duin

Het Voornes Duin is een Natura 2000-gebied in Zuid-Holland. Het gebied bestaat uit jonge duin- en strandafzettingen met hoog kalkgehalte, en bezit meerdere duinvalleien. In het eind van de 19^{e} eeuw en het begin van de 20ste eeuw is het duingebied ontstaan door de afsnoering van strandvlakte als gevolg van het ontstaan van nieuwe zeerepen. Het duingebied heeft grote variatie in landschapstypen en herbergt daardoor een grote diversiteit aan soorten, zowel flora als fauna. In het gebied zijn naast de bovengenoemde gebieden ook duinmeren, poeltjes, moerassen, oppervlaktes aan bos en struweel, duingraslanden en natte duinvalleien. Aan de binnenduinrand bevinden zich een aantal landgoedbossen met stinzenflora (Ministerie van LNV, 2020).

6.2 Habitattypen

6.2.1 Inleiding

De reikwijdte van habitataantasting, vertroebeling en sedimentatie is toegelicht in Hoofdstuk 4. De verspreiding van habitattypen in de Voordelta rond het VKA-tracé is te zien in Figuur 46. In habitattype H1110B treedt habitataantasting, vertroebeling en sedimentatie op. Vertroebeling raakt ook aan habitattype H1140B en H1330A (zie Figuur 46). De overige habitattypen vallen buiten de reikwijdte.



Figuur 46 De verschillende habitattypen in Natura 2000-gebied Voordelta. Aangegeven is het VKA-tracé, de onderhoudszone en de reikwijdte van sedimentatie en vertroebeling.

6.2.2 Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B)

Permanente overstroomde zandbanken is het habitattype dat de zandbanken in ondiepe delen van de zee definieert. Ze staan permanent onder water en het water is hier zelden meer dan 20 meter diep. Plaatselijk kunnen biogene structuren zoals veen, keileem, stenen of schelpenbanken voorkomen. Het habitattype ligt vaak grenzend aan habitattype H1140 (Slik- en zandplaten). De grens tussen deze twee habitattypen is de Lowest Astronomical Tide (L.A.T.) (Ministerie van LNV, 2014a). Soorten die veel voorkomen zijn de parelduiker, roodkeelduiker, zwarte zee-eend, spiraalruppia en groot zeegras (European Environmental Agency, 2019).

Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) is een habitatsubtype hiervan. Dit habitatsubtype komt voor in de monding van de Westerschelde, de Noord- en Zuid-Hollandse kustzone, Voordelta en de zeegaten van de Waddenzee (CBS et al., 2014). Het beslaat een oppervlakte van 7.400 km^2 van de Nederlandse kustzone, waarvan 813 km^2 in de Voordelta (Goudswaard & van Bemmelen, 2010). Het omvat ondiepe delen van zeeën met zandbanken die permanent onder water staan (onder LAT: Lowest Astronomical Tide). Dit habitatsubtype is van groot belang voor bodemfauna zoals wormen, kreeftachtigen en schelpdieren. Deze vormen weer een belangrijke voedselbron voor vissen, zeevogels (meeuwen en sterns) en zeezoogdieren (Ministerie van LNV, 2014a; Ramaker, 2015). Op plaatsen waar sprake is van hoge dynamiek (sterke stroming) is dit habitatsubtype vrij soortenarm (Ministerie van LNV, 2014a). Onderdeel zijn ook geulen, die fungeren als trekroute voor volwassen vissen en hun larven, waaronder paling, schol, bot, rivierprik, zeeprik, elft en fint. Dit habitatsubtype dient ook als overwinteringsgebied voor garnalen en krabben.

6.2.3 Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B)

Binnen het habitattype slik- en zandplaten is een hoge dynamiek aanwezig. Stroming en golfwerking zorgen voor een continue beweging van zand en slib. Hierdoor verplaatsen de zandplaten zich geleidelijk, echter betreft dit maar een klein deel van het habitattype (Bijlsma et al., 2014). Dit habitattype omvat slikwadden en zandplaten in de kustzone die dagelijks bij hoogwater overspoelen en bij laagwater droogvallen. In Nederland zijn deze platen niet of nauwelijks begroeid (Ministerie van LNV, 2008a).

Dit habitattype komt voor in de Noordzeekustzone, met name in de Voordelta en de buitendelta's van de zeegaten van de Waddenzee. Binnen dit gebied zijn drie typische soorten te onderscheiden: gemshoornworm (*Scolelepis squamata*), schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en zandvlokreeft (*Hausorius arenarius*) (Ministerie van LNV, 2008a). De zandplaten onder dit subtype zijn dynamisch en jaarlijks kan de omvang en locatie wisselen. Daarnaast zijn deze zandplaten van groot belang voor rustende zeehonden binnen de Noordzeekustzone (R. Jak & Tamis, 2011).

6.2.4 Schorren en zilte graslanden (buitendijks) (H1330A)

Onder habitattypetype "schorren en zilte graslanden" vallen schorren of kwelders en andere zilte graslanden in het kustgebied. Het habitattype komt zowel binnen- als buitendijks voor. In het plangebied betreft het buitendijkse subtype (A).

Het subtype omvat de als gevolg van het getij (meer of minder frequent) overstroomde graslanden van het getijdengebied (eiland- en vastelandskwelders) en van de duinen (in slufters, wash-overs, achterduinse strandvlakten en groene stranden). Deze begroeiingen worden door zeewater overstroomd vanuit de (tot soms ver in de kwelders doordringende) getijdenkreken (Ministerie van LNV, 2009).

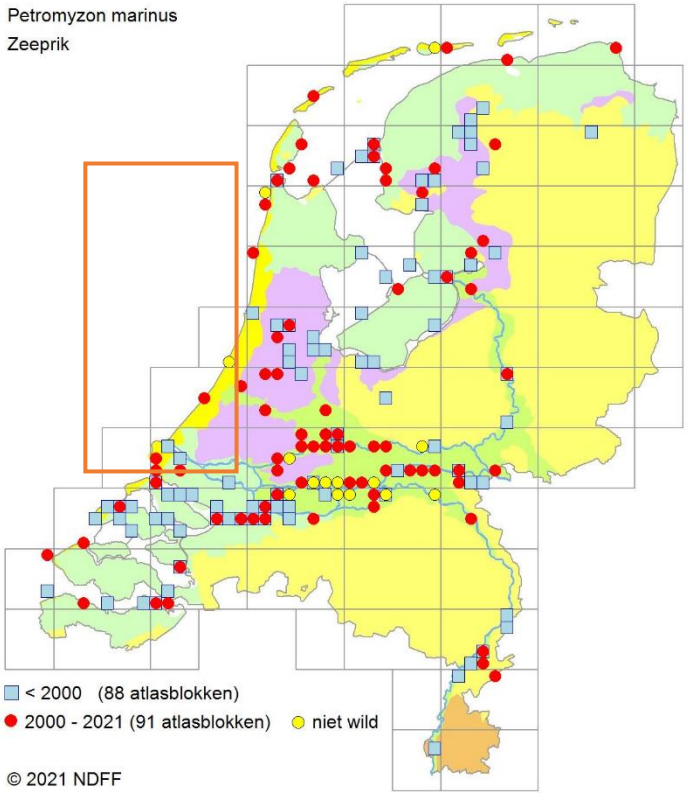
6.3 Habitatrichtlijnsoorten

In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de ecologie van de aangewezen habitatrichtlijnsoorten voor de behandelde Natura2000-gebieden. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

6.3.1 Zeeprik (H1095)

De zeeprik (*Petromyzon marinus*) behoort tot de rondbekken. De volwassen dieren leven in zee waar ze parasiteren op vissen en walvisachtigen. Volwassen zeeprikken trekken vanaf het voorjaar tot aan het begin van de zomer (februari-juni) de grote rivieren op naar paaiplaatsen die tot honderden kilometers landinwaarts kunnen liggen tot voorbij onze landsgrenzen. De grote Nederlandse rivieren fungeren hierbij als migratieroute. Er wordt in de periode mei tot juli gepaaid in snelstromende rivierdelen. Nadat de eitjes zijn afgezet en bevrucht sterven de volwassen dieren (RAVON, 2021c). Wanneer de larven uit de eitjes gekomen zijn, laten ze zich met de stroom meevoeren naar plaatsen met slibrijke rifbodems. Hier graven ze zich in en leven ze van detritus en kleine organismen. Na circa vijf tot acht jaar metamorfoseren ze tot adult om in de loop van de winter richting zee te trekken en daar verder op te groeien (Ministerie van Economische Zaken, 2008c).

De zeeprik is een zeldzame soort in Nederland die zich bij ons maar zeer beperkt voortplant. De soort wordt als ‘gevoelig’ bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De soort is gevoelig voor menselijke ingrepen in rivieren, zoals het aanleggen van (migratie)barrières en het aantasten van paaiplaatsen. De soort wordt sporadisch waargenomen in het Deltagebied en de Noordzeekustzone, zie Figuur 47. Zeeprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.

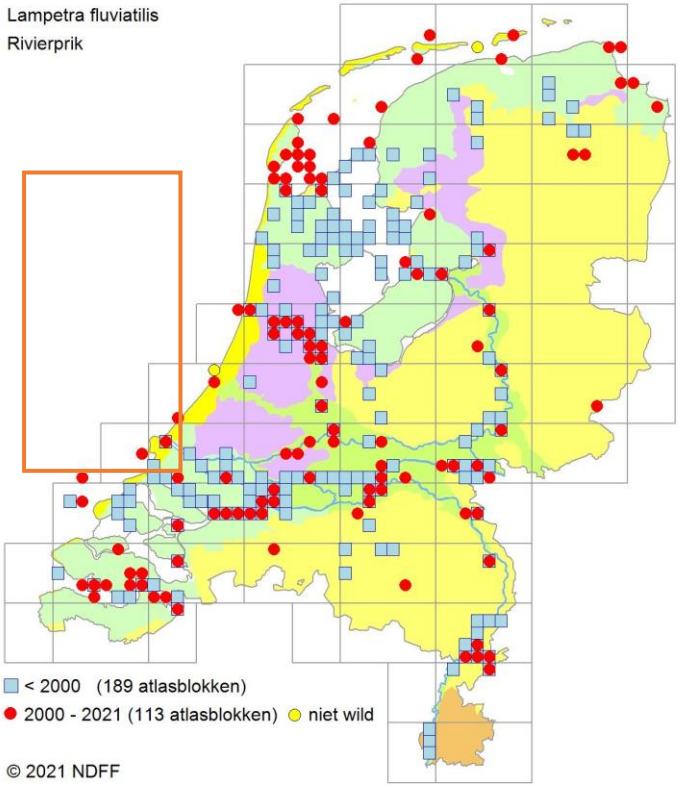


Figuur 47 Waarnemingenoverzicht zeeprik (RAVON via verspreidingsatlas.nl 2020). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2021, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.

6.3.2 Rivierprik (H1099)

De rivierprik (*Lampetra fluviatili*) behoort net als de zeeprik tot de rondbekken. Qua morfologie en ecologie is de soort vrijwel identiek aan de zeeprik, de rivierprik blijft echter kleiner en kent een andere levenscyclus. Adulte rivierprik trekt voor de paai naar zoet water van begin herfst tot en met het voorjaar (december-april), de grote Nederlandse rivieren fungeren hierbij voornamelijk als migratieroute. De paai vindt daarna plaats in de periode maart tot mei waarna adulte dieren sterven. De uitgekomen larven verblijven circa 4 jaar in de bodem rond hun geboortelocatie, dit betreft veelal de midden- en bovenloop van grotere rivieren en hun zijstroompjes, alsook de grotere beken (Ministerie van Economische Zaken, 2008b). Hier verblijven ze tot ze een lengte van zo’n 10-13 centimeter bereiken (Sportvisserij Nederland, 2006). Op deze lengte vindt metamorfose plaats naar adult stadium en migreren ze naar zee. Anders dan de zeeprik verblijven ze voornamelijk in riviermondingen en kustwateren. Vanaf een leeftijd van 7 à 8 jaar is de rivierprik paairijp en begint de cyclus weer opnieuw.

De rivierprik is een redelijk zeldzame soort in Nederland en wordt als ‘gevoelig’ bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De rivierprik is de afgelopen jaren echter bezig met een opmars. De soort is gevoelig voor het menselijke ingrepen in rivieren en beken waarbij migratiebarrières ontstaan en paaiplaatsen verdwijnen. De rivierprik komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone, zie Figuur 48. De rivierprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.



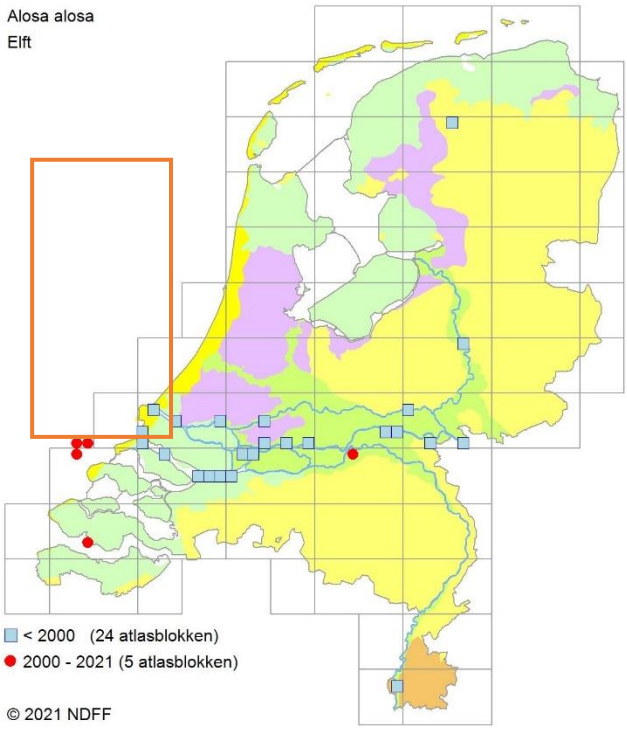
Figuur 48 Waarnemingenoverzicht rivierprik (RAVON via verspreidingsatlas.nl 2020). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2021, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.

6.3.3 Elft (H1102)

Elft (*Alosa alosa*) behoort tot de haringachtigen (*Clupeidae).* In het voorjaar leeft de elft in scholen in kustwateren en brakke wateren, waar hij voornamelijk dierlijk plankton eet. Na de winter, als het water circa 11 graden Celsius bereikt heeft, verzamelen de volwassen vissen zich in estuariumgebieden. Vanaf half maart tot juni zwemmen paairijpe elften in scholen de rivieren op waar ze in mei-juni op grindbanken paaien. Gedurende deze paaitrek kunnen ze ver stroomopwaarts zwemmen. De larven van de elft groeien op in de rivieren waar zij foerageren op fijn dierlijk plankton. Vanaf begin voorjaar tot zomer trekken de jonge elften, ook wel plassen genoemd, stroomafwaarts richting de estuaria. In de herfstperiode trekken ze door naar open zee, waar ze in 2 tot 3 jaar opgroeien tot volwassen dieren (Calle et al., 2020). Hierna begint de cyclus weer opnieuw.

De elft is na begin 20e eeuw uitgestorven in de Rijn, onder andere door verstuwing, het rechttrekken van de rivierbochten en het verwijderen van geschikt (paai)habitat. Sindsdien wordt de soort weer

(zeer) incidenteel aangetroffen in Nederland, waaronder in de Voordelta (Figuur 49). Hoewel het figuur geen recente waarnemingen van de elft laat zien binnen het globale studiegebied is het wel aannemelijk dat de soort hier sporadisch voorkomt. Waarschijnlijk gaat het hier om dwaalgasten uit andere riviersystemen of zijn het individuen afkomstig van een herintroductieprogramma in het Duitse deel van de Rijn (RAVON, 2021a). Nederland neemt ook deel aan dit herintroductieprogramma, als onderdeel hiervan zijn recentelijk, in juni 2021, 80.000 jonge elften uitgezet in de Waal bij Nijmegen (Waarlo, 2021).

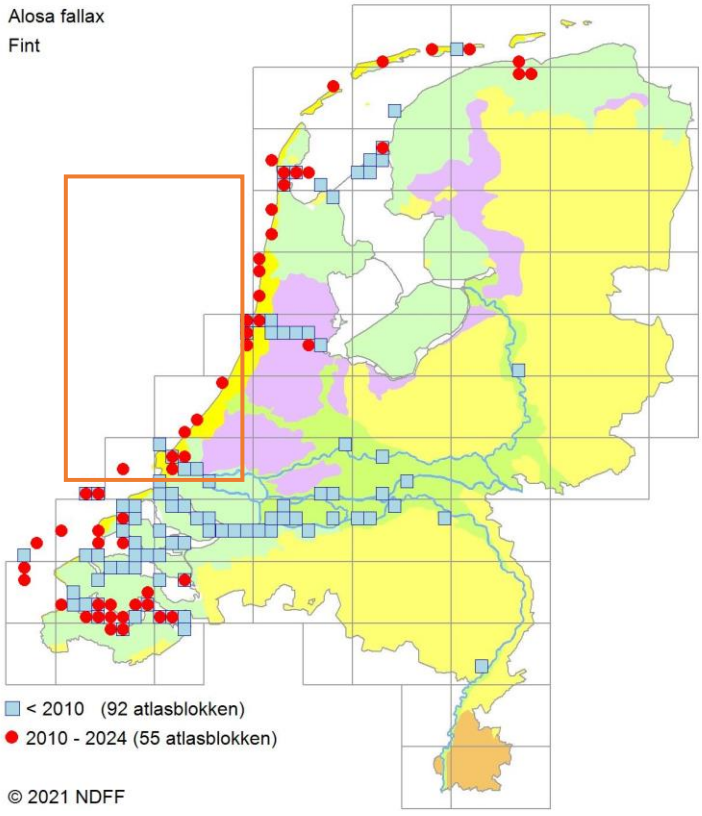


Figuur 49 Verspreiding van elft in Nederland (RAVON, 2021a). *Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2021, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.*

6.3.4 Fint (H1103)

De fint (*Alosa fallax*) behoort tot de haringachtigen (Clupeidae) en brengt het grootste gedeelte van zijn leven door in kustgebieden en estuaria. Voor de paai gebruikt de fint zoetwatergetijdengebied en gebruikt getij, het estuarium binnen te trekken. De paaitijd is afhankelijk van de watertemperatuur en valt in het algemeen in het late voorjaar (mei/juni). De paai vindt plaats in ondiep water boven zandplaten in het (net) zoete deel van het getijdengebied. Na de paai trekken de adulte finten weer naar zee. De larven en jonge finten eten voornamelijk dierlijkplankton, volwassen finten voeden zich ook met garnalen en vislarven.

Door de aanleg van dammen en stuwen zoals de Haringvlietdam verdween de Nederlandse paaipopulatie in de jaren zeventig van de vorige eeuw uit het benedenrivierengebied. Het ontbreken van natuurlijke zoet-zoutovergangen vormt een groot knelpunt voor de terugkeer van een voortplantingspopulatie in Nederland. Vanaf de jaren '90 lijkt het aantal finten langs de Nederlandse kust en in de benedenrivieren echter weer toe te nemen (Ministerie van Economische Zaken, 2008a). De fint komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone, zie Figuur 50. De fint komt daarmee ook in het studiegebied voor.



Figuur 50 Waarnemingenoverzicht fint (RAVON via verspreidingsatlas.nl 2020). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2024, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.

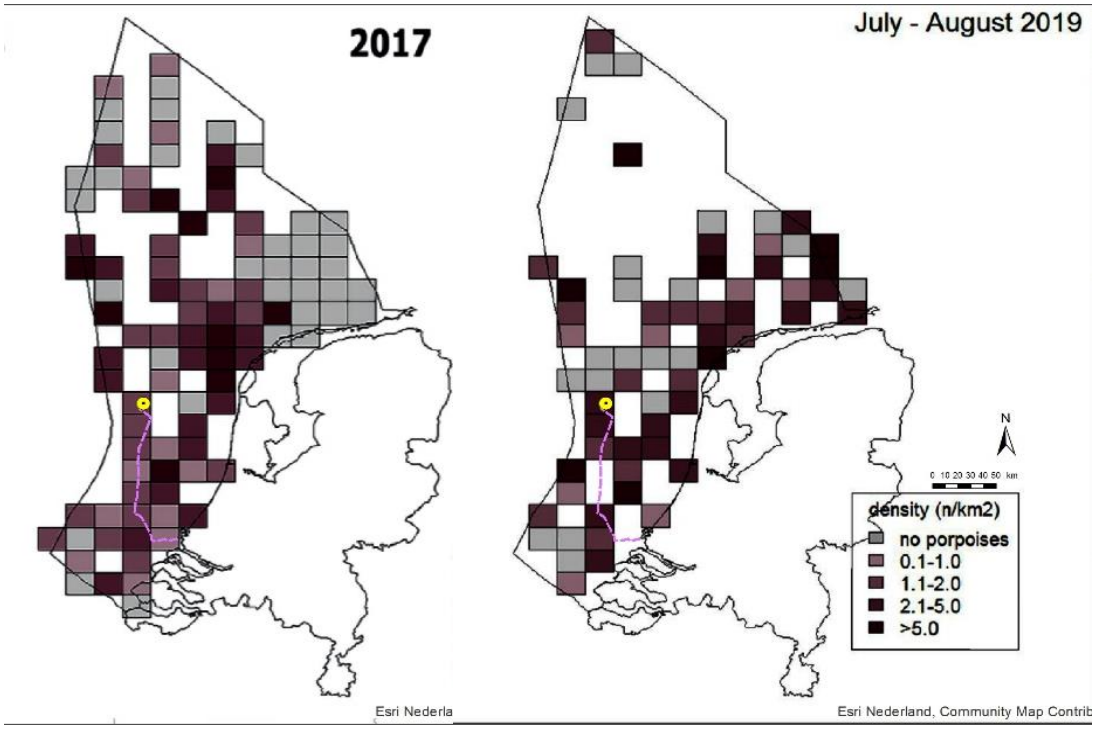
6.3.5 Bruinvis (H1351)

De bruinvis *(Phocoena phocoena)* is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 51). De soort komt in het studiegebied voor. Veelal worden de dieren alleen, of in kleine groepjes tot enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen. Het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van het voedselaanbod.

De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen tussen de kustwateren en de open zee als ook die op grotere schaal, zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a).

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste drie zomertellingen is weergegeven in Figuur 51. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2017 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied, zie Figuur 51. Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.



Figuur 51 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km^2) per 1/9 ICES blok, metingen van zomer, 2017 en 2019. Blokken waar geen of te weinig observatie-inspanning is verricht zijn niet opgenomen en zijn in wit weergegeven. Ligging van platform en VKA-tracé is hierin aangegeven (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018).

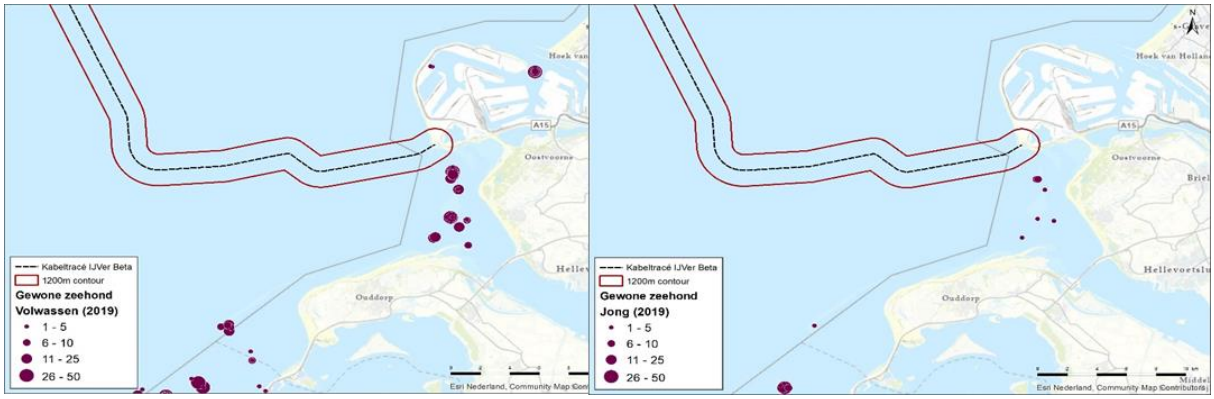
6.3.6 Gewone zeehond (H1364)

De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Ze zoeken hun voedsel in de kustwateren en verder op zee waarbij ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op trekken om te foerageren. Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren. Deze kunnen vrijwel gelijk zwemmen. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en zeer verstoringsgevoelig (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

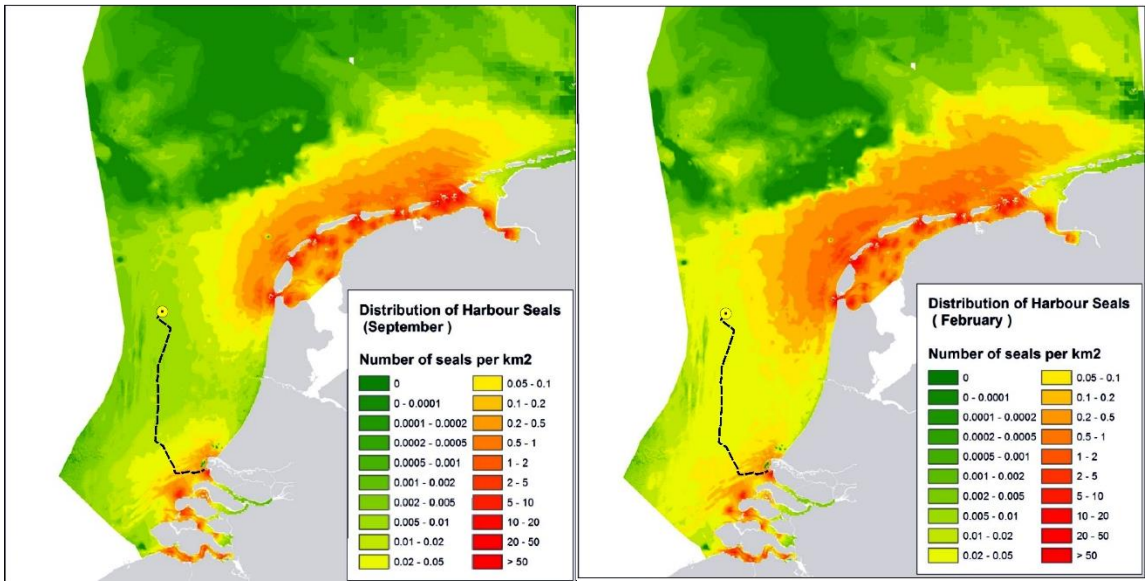
De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen zich voor langere periodes in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

Hoewel de populatieomvang van de gewone zeehond een zeer positieve trend vertoont is de landelijke staat van instandhouding van de gewone zeehond (uit voorzorg) als matig ongunstig beoordeeld. Dit is gebaseerd op een ongunstig toekomstperspectief door het potentiële effect van menselijke activiteiten in de Waddenzee, Noordzee en Delta. Het is nog onvoldoende duidelijk wat het effect is van deze activiteiten (zand- en schelpwinning, visserij, toerisme, windmolens) op de populatie ontwikkelingen.

Gewone zeehonden komen met name voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en Delta om te rusten, verharen en zogen. De algehele verspreiding van gewone zeehonden in de Nederlandse kustwateren is weergegeven in Figuur 53 (Aarts et al., 2016). De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die (foerageer)tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De gewone zeehond komt daarmee algemeen voor in het studiegebied. Liggebieden van de gewone zeehond in het deltagebied zijn te zien in Figuur 52. De platen nabij de Maasvlakte, waaronder de hinderplaat, worden door de gewone zeehond gebruikt als ligplaats, ook met jonge gewone zeehonden.



Figuur 52 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden (links) en van jonge gewone zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).



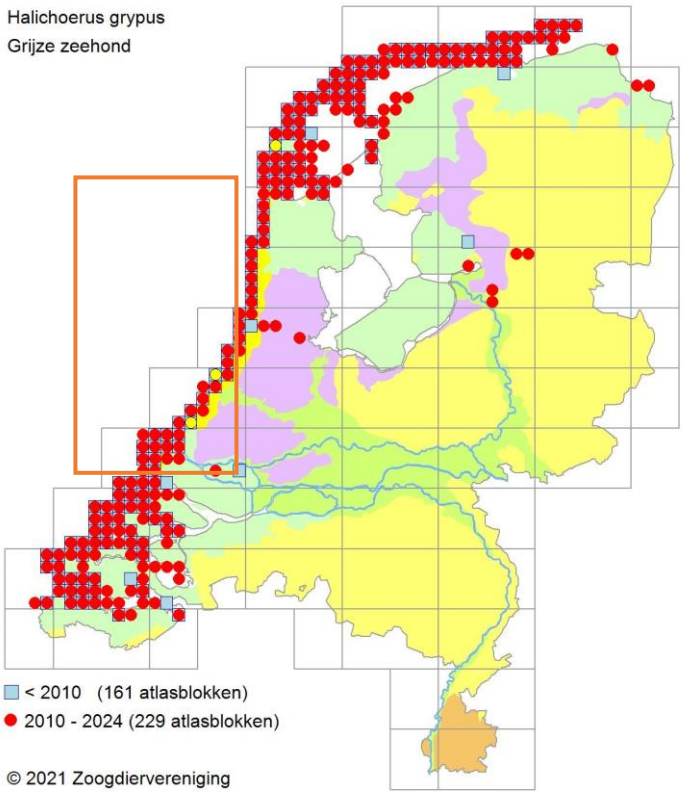
Figuur 53 De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven zijn de verspreiding in september (links) en februari (rechts). Ligging van platform en VKA-tracé is hierin aangegeven (Aarts et al., 2016).

6.3.7 Grijze zeehond (H1365)

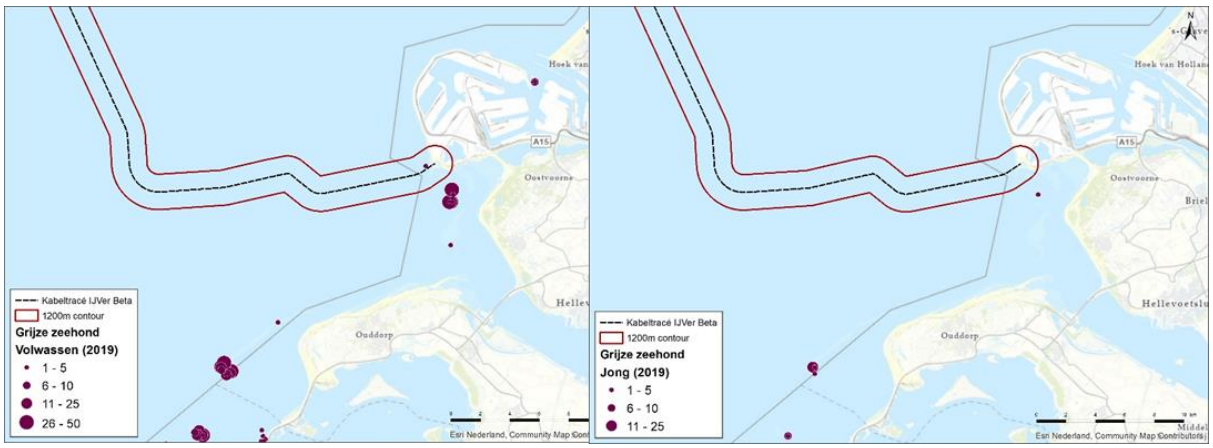
De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied, zoals is weergegeven voor de gewone zeehond, is niet beschikbaar voor de grijze zeehond. Wel is een verspreidingskaart beschikbaar exclusief waarnemingen op het NCP, zie Figuur 54. Grijze zeehonden worden in alle zoute deltawateren waargenomen.

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 55. Binnen de verstoringscontouren van het gehele VKA-tracé door de Voordelta, is er maar op één plaats een waarneming gedaan van een grijze zeehonden ligplaats. Er zijn geen jonge grijze zeehonden waargenomen rond het tracé.

Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de aanwezigheid van ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die tijdens normaal hoogwater niet onderlopen. Dit is belangrijk voor een efficiënte verharingsperiode en omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Gedurende deze periode is verstoring nadelig. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans eerder worden verstoord (Ministerie van Economische Zaken, 2014c).



Figuur 54 Verspreiding van de grijze zeehond (NDFF Verspreidingsatlas, 2020). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2024, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.



Figuur 55 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehonden (links) en van jonge grijze zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020)

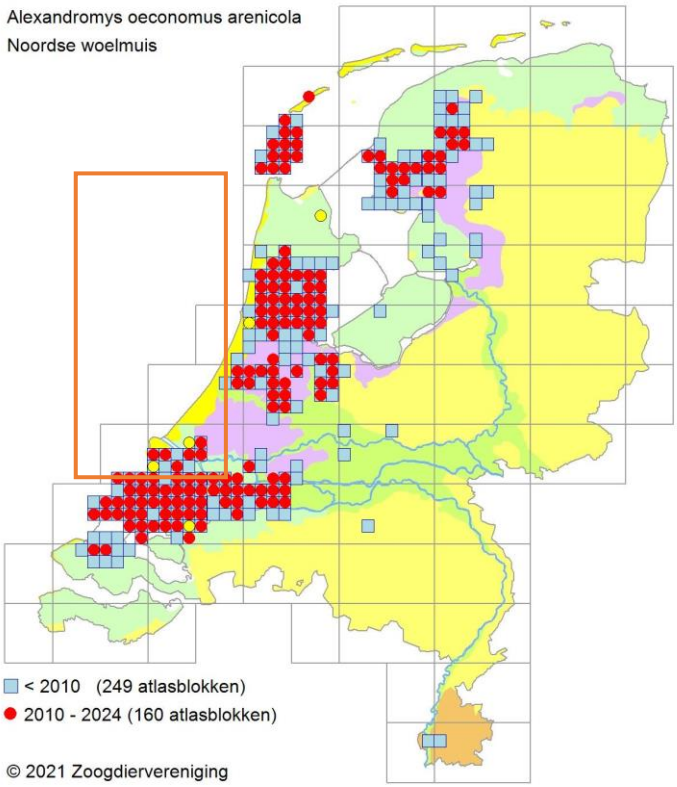
6.3.8 Noordse woelmuis (H1340)

De Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*) is een grote woelmuis met in het algemeen een donkerbruine rugvacht en een lichte buikvacht (BIJ12, 2017a). De Noordse woelmuis is endemisch voor Nederland en is erg gevoelig voor concurrentie met onder andere de aardmuis en veldmuis. De soort leeft voornamelijk onder de grond in een gangenstelsel met nest- en voorraadkamers. Hij komt voor in regio's waar voldoende voedsel aanwezig is en een variatie aan

vegetatie, zoals diverse kruiden, zeggen en overgangszones tussen land en water met riet (BIJ12, 2017a). Hij wordt ook wel een moerasbewoner genoemd (Ministerie van LNV, 2016).

De Noordse woelmuis kent twee soorten verblijfplaatsen, namelijk voortplantings- of zomerverblijfplaatsen en winterverblijfplaatsen. De zomerverblijfplaatsen worden gebruikt in de periode maart tot november, waarbinnen ook het voortplantingsseizoen valt (april-september). Winterverblijfplaatsen zijn in gebruik van november tot maart. Echter worden deze winterverblijfplaatsen soms ook gebruikt als zomerverblijfplaats (BIJ12, 2017a).

De soort komt in Nederland voor in vijf verschillende gebieden: Texel, de Zuid-Hollandse en Zeeuwse delta, het Friese merengebied, het Hollandse en Utrechtse laagveengebied en de laagveengebieden in Noord-Holland boven het Noordzeekanaal, zie Figuur 56 (BIJ12, 2017a). In Natura 2000-gebied Voornes Duin zijn alleen waarnemingen bekend van de Noordse woelmuis op een select tal van locaties aan de zuidzijde van het Oostvoornse Meer (den Held et al., 2016). De kwaliteit van dit geringe leefgebied binnen Voornes Duin wordt als matig omschreven (den Held et al., 2016). Werkzaamheden voor IJmuiden Ver Beta vinden niet plaats aan de zuidzijde van het Oostvoornse Meer. De draagkracht van het leefgebied van de Noordse woelmuis binnen Voornes Duin wordt niet aangetast. Nadere beoordeling van de Noordse woelmuis is niet aan de orde voor Natura 2000-gebied Voornes Duin.



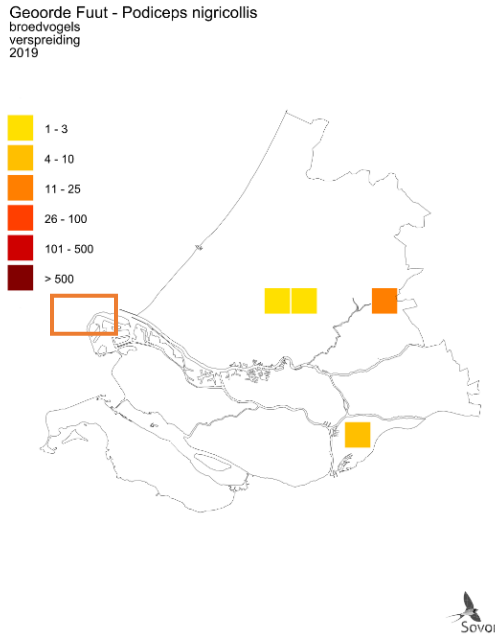
Figuur 56 Verspreidingskaart van de Noordse woelmuis in Zuidwest Nederland. Het oranje kader is de ligging van het studiegebied (NDFF Verspreidingsatlas | Microtus Oeconomus - Noordse Woelmuis, 2020).

6.4 Broedvogels

In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de ecologie van de aangewezen broedvogels voor de behandelde Natura 2000-gebieden. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

6.4.1 Geoorde fuut (A008)

De geoorde fuut (*Podiceps nigricollis*) is een kleine fuutachtige, die veelal broedt bij ondiepe zoetwaterplassen, zoals vennen, duinmeren, laagveenplassen en vloeivelden. Buiten het broedseizoen is de geoorde fuut vrijwel alleen in brakke en zoute wateren rond de wadden en het deltagebied te vinden. De verspreiding van de geoorde fuut is te vinden in Figuur 57 (Sovon, 2021h). De verspreiding reikt niet tot in het studiegebied. De broedgebieden zijn erg gevoelig, en broedplekken kunnen worden achtergelaten als het water opdroogt, verzuurt of als er te veel verstoring plaatsvindt. De broedplekken worden in de nazomer verlaten als de geoorde fuut naar de kust trekt om te foerageren. Het voedsel van de geoorde fuut bestaat in zoete wateren veelal uit waterinsecten en weekdieren. In zoute kustwateren eet de geoorde fuut vooral kleine zeenaalden en andere kleine visjes of invertebraten (Ministerie van LNV, 2008g).
Met name tijdens de rui en de broedtijd is deze fuut verstoringsgevoelig. Aangezien de meeste geoorde futen broeden in afgesloten gebieden (met name het Breede Water en het Quackjeswater) achter de duinreep en bos is verstoring van deze broedlocaties door de werkzaamheden niet aan de orde. Geoorde fuut wordt niet nader beoordeeld.



Figuur 57 Voorkomen van Geoorde Fuut als broedvogel in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader licht het studiegebied toe (Sovon, 2021h).

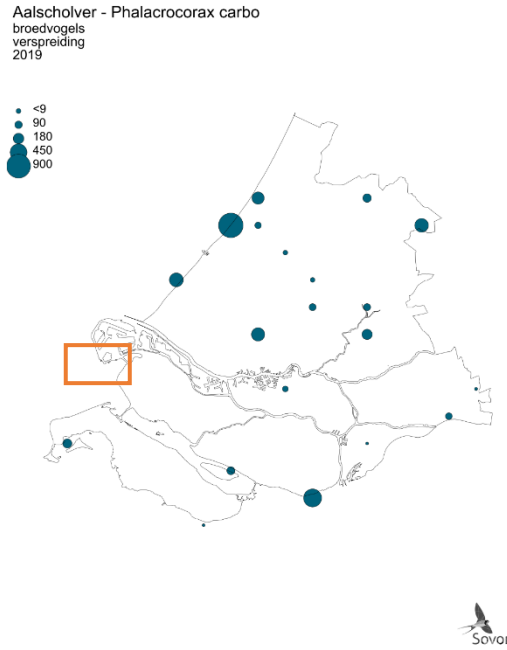
6.4.2 Aalscholver (A017)

De aalscholver (*Phalacrocorax carbo*) is in Nederland het gehele jaar aanwezig, als zowel broedvogel, doortrekker als overwinteraar. De Nederlandse broedpopulatie wordt geschat op circa 21.450 broedparen, waarvan een deel wegtrekt in de winter. Daarnaast is Nederland ook het overwinteringsgebied van grote aantallen aalscholvers uit het buitenland (Fijn et al, 2018). De

meeste van de in Nederland broedende aalscholvers trekken in het najaar naar het zuiden, tot aan Noord-Afrika. Maximum aantallen bereikt de soort in Nederland tijdens de najaarstrek in september.

De aalscholver houdt zich voornamelijk op in (zowel zoete als zoute) wateren met goede vispopulaties. De soort is opportunistisch wat betreft zijn prooikeuze en de selectie van de visgrootte, hij past zich aan het lokale voedselaanbod aan voor zo ver zijn keel dat toelaat. Omdat het verenkleed van de aalscholver beperkt waterdicht is, is de soort gebonden aan de kust voor droge rustplaatsen en wordt hij op het NCP buiten de 12-mijlszone vrijwel niet aangetroffen (Fijn et al., 2019).

De aalscholver maakt gebruikt van verschillend habitat als foerageer-, slaap en broedgebied, deze kunnen relatief ver van elkaar af liggen. De verspreiding van het broedgebied is weergegeven in Figuur 58. Er is overlap met het studiegebied. In Natura 2000-gebied Voornes Duin broedt de aalscholver in kolonies in de grote wateren. Deze kolonies zitten voornamelijk achter de duinen en bos, waardoor verstoring hiervan als gevolg van de werkzaamheden niet aan de orde is. De draagkracht van het broedgebied wordt niet aangetast. Aalscholver wordt niet nader beoordeeld.



Figuur 58 Verspreiding aalscholver als broedvogel in Zuid-Holland. Het oranje kader licht het studiegebied toe (Sovon, 2021a).

6.4.3 Kleine zilverreiger (A026)

De kleine zilverreiger (*Egretta garzetta*) jaagt in ondiep zoet of zout water op kleine vissen, amfibieën, waterinsecten of garnalen. In milde winters overwinteren tussen de 300 en 500 exemplaren in Nederland (Sovon, 2021j). De kleine zilverreiger bevindt zicht veelal in het zuidelijke deel van Zuid-Holland, zie Figuur 59. De verspreiding van deze soort reikt niet tot binnen het studiegebied. De kleine zilverreiger broedt in mei-juni in Nederland. Beide ouders zitten op de eieren. De jongen verlaten soms al na 30 dagen het nest, terwijl ze pas na 40-45 dagen vliegvlug zijn. Ook na het nestverlaten bedelen de jongen nog om voedsel.

Net als voor geoorde fuut en aalscholver, geldt voor kleine zilverreiger dat de broedlocaties dusdanig verscholen liggen dat deze niet worden verstoord door de werkzaamheden. De draagkracht van het broedgebied wordt niet aangetast. De kleine zilverreiger wordt niet nader beoordeeld.



Figuur 59 Verspreiding van de kleine zilverreiger in Zuid-Holland als broedvogel (Sovon, 2021j). *Het oranje kader geeft het studiegebied weer.*

6.4.4 Lepelaar (A034)

Lepelaars (*Platalea leucorodia*) leven in kolonies. Het merendeel hiervan bevindt zich in het Waddengebied en in de Zoute Delta. Sinds de jaren ’70 is de broedpopulatie Nederland van 70 naar rond de 3.000 broedparen gegaan. De lepelaar broedt in Nederland van eind maart tot eind juli. In september/oktober trekt de lepelaar weg, om vanaf februari/maart weer terug te keren.
Lepelaars waden door ondiep water, zoals op schorren in het deltagebied en vangen met hun snavel zowel zoetwaterprooien als stekelbaars, amfibieën en insecten maar ook zoutwaterprooi als garnaal en jonge platvis.

Figuur 60 laat de verspreiding van de lepelaar zien in Zuid-Holland. Net als bij kleine zilverreiger geldt dat de broedlocaties van de lepelaar dusdanig verscholen liggen dat deze niet worden verstoord door de werkzaamheden. De draagkracht van het broedgebied wordt niet aangetast. De lepelaar wordt niet nader beoordeeld.



Figuur 60 Verspreiding van lepelaars als broedvogel in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021n).

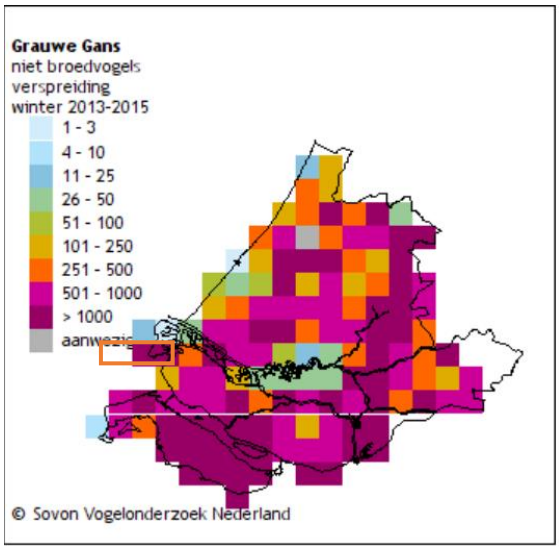
6.5 Niet-broedvogels

In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de ecologie van de aangewezen niet-broedvogels voor de behandelde Natura 2000-gebieden. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

6.5.1 Eenden en ganzen

De Voordelta is van belang voor meerdere soorten eenden en ganzen. Dit zijn de bergeend, brilduiker, eider, grauwe gans, krakeend, pijlstaart, slobeend, smient, toppereend, wintertaling en zwarte zee-eend. Deze soorten komen met grote getallen voor in dit deel van de Delta, waarbij sommige soorten ook naar andere gebieden in de Delta trekken. Deze soorten gebruiken open water, oevers, platen, slikken, stranden, dijken, graslanden en schorren als foerageergebied en rustplaatsen. Deze soorten leven allen van waterplanten, wieren, bodemdieren of vegetatie van schorren en graslanden. De trends in populatie van zowel benthivore eenden als herbivore eenden is in de Voordelta in de laatste jaren zeer positief (Arts et al., 2019).

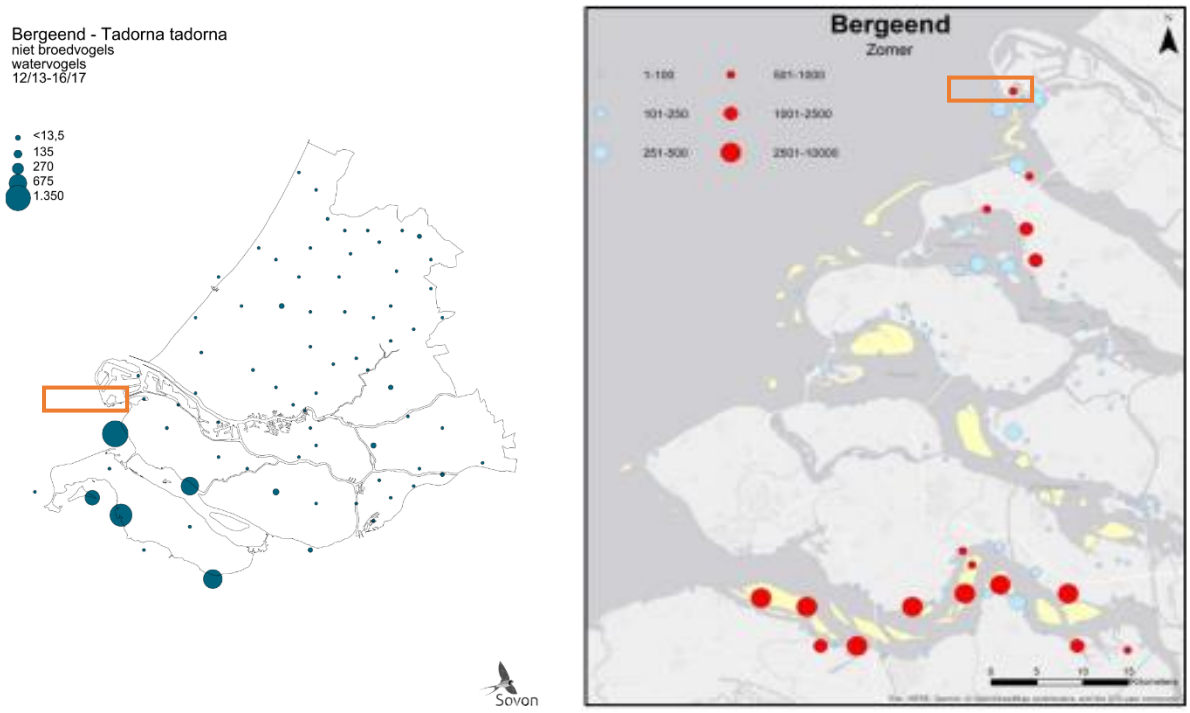
Grauwe gans (A043)
De grauwe gans (*Anser anser*) is een inheemse soort die nagenoeg is uitgestorven als gevolg van biotoopvernietiging. Aan het begin van de 20^{e} eeuw. In het begin van de jaren 60 is de soort opnieuw uitgezet in Nederland en gezamenlijk met spontane hervestiging in dezelfde periode is er een gemixte populatie ontstaan (Voslamber, 2010). Geschatte wintermaxima zijn tussen de 510.000 en 580.000 en de doortrekmaxima tussen de 490.000 en 570.000 (november) (Sovon, 2021i). De verspreiding van de Grauwe gans is te vinden in Figuur 61. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 61 De verspreiding van de Grauwe Gans in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021i).

Bergeend (A048)

De bergeend (*Tadorna tadorna*) is een kustbewoner. Hij broedt in holen en voedt zich met (week)diertjes uit zachte slikbodems. De bergeend vertoont zich als broedvogel steeds vaker in het binnenland, langs de grote rivieren en andere slibrijke gebieden. De aantallen zijn het hoogst in het ruiseizoen van juli tot en met september. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002). De verspreiding van de bergeend is te vinden in Figuur 62. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

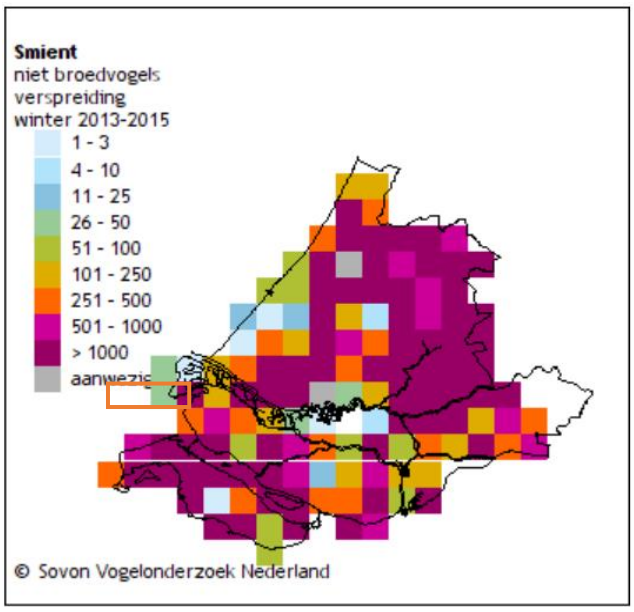


Figuur 62 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte, (Hoekstein et al., 2020). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Smient (A050)

De smient (*Mareca penelope*) is een vogel uit de familie van de eenden. De geschatte wintermaxima bevonden zich in de periode 2013 – 2015 tussen de 860.000 en 940.000 individuen. Geschatte doortrekmaxima liggen tussen de 700.00 en 910.000 (november). De recente daling is mogelijk het gevolg van de verschuiving van de winterspreiding van de smient (Sovon, 2021u). De verspreiding van de smient is te vinden in Figuur 63. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

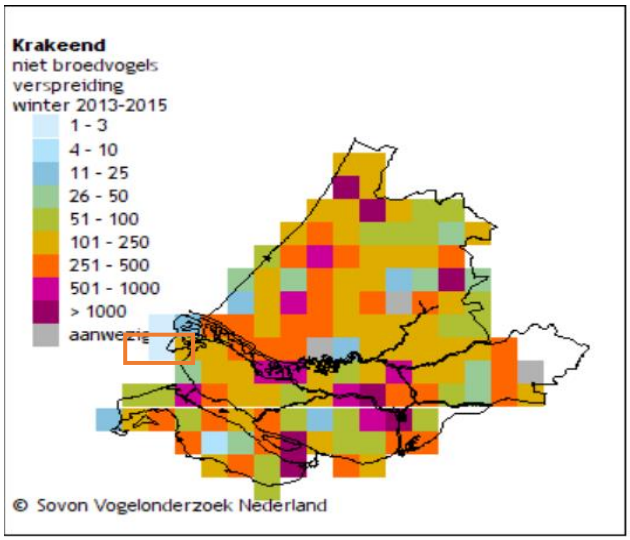
De smient leeft in estuaria zoals de voordelta, 'wetlands' en graslanden nabij plassen en meren. Vooral in het najaar/winter is de smient hier veel te zien, daarna verplaatsen zij zich richting open agrarische gebieden in het binnenland. Smienten eten voornamelijk planten, zaden, wortels, groenwieren en zeegras (indien beschikbaar). 's Nachts foerageren de smienten en overdag rusten ze (Ministerie van LNV, 2008h).



Figuur 63 De verspreiding van de smient als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021u).

Krakeend (A051)

De krakeend (*Mareca strepera*) is een zeer algemene eend in Nederland. De soort komt voor in waterrijke omgevingen, waaronder de Voordelta. De krakeend is vooral een planteneter maar vooral in de wintermaanden vormen insecten en weekdieren een aanvulling op het dieet. De verspreiding van de krakeend is te vinden in Figuur 64. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

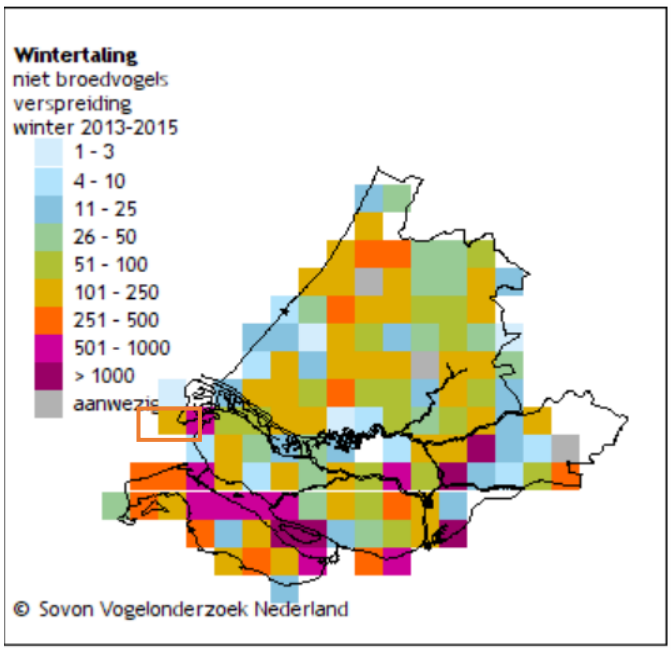


Figuur 64 De verspreiding van de krakeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021l).

Wintertaling (A052)

De wintertaling (*Anas crecca*) is een eend uit de familie van de eenden. In de winter overwinteren grote groepen wintertalingen in Nederland, waaronder in de Voordelta. Ze zijn omnivoor, maar in de

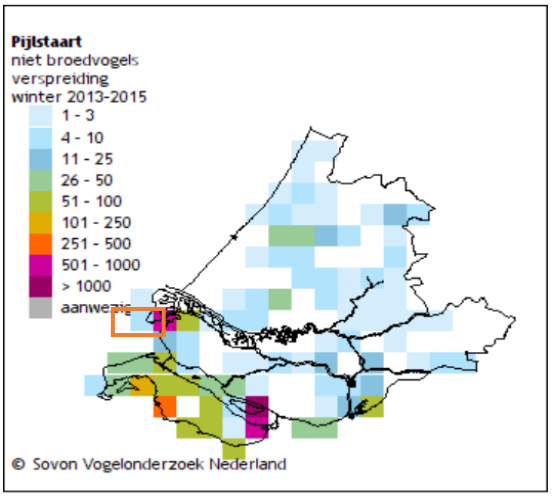
zomer leven ze vooral van insecten en kreeftachtigen en ’s winters vooral van zaden en grassen. In de winter ligt het maximum tussen de 70.000 en 120.000 individuen. In geschatte doortrekmaximum lag in de periode 2012 – 2017 tussen de 99.200 en 120.000 individuen (Sovon, 2021y). De verspreiding van de wintertaling is te zien in Figuur 65. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 65 De verspreiding van de wintertaling als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021y).

Pijlstaart (A054)

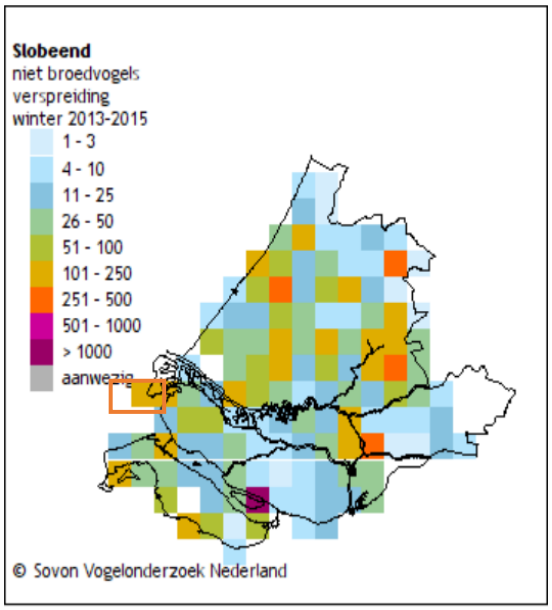
De pijlstaart (*Anas acuta*) is een vogel uit de familie van de eenden. In Nederland is de pijlstaart voornamelijk aanwezig in milde winters, waaronder in de Voordelta. In de winter zijn de aantallen een stuk hoger (33.000 – 38.000). Het geschatte doortrekmaximum wordt tussen de 23.400 en 36.00 geschat (oktober, maart) (Sovon, 2021p). De verspreiding van de pijlstaart is weergegeven in Figuur 66. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 66 De verspreiding van de pijlstaart als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021p).

Slobeend (A056)

De slobeend (*Spatula clypeata*) is een vogel uit de eenden familie. De slobeend is jaarrond aanwezig maar van augustus tot november en in maart-april zijn de aantallen veel groter. De slobeend komt onder andere voor in de Voordelta (Sovon, 2021t). De verspreiding van de slobeend is te zien in Figuur 67. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

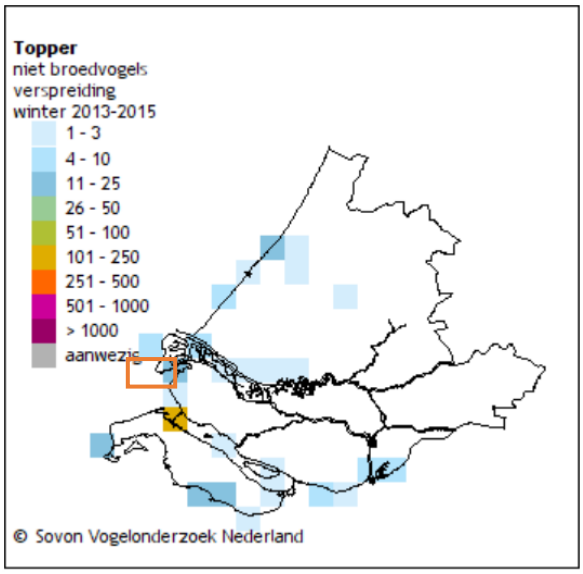


Figuur 67 De verspreiding van de slobeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021t).

Toppereend (A062)

De topper (*Aythya marila*) is een kleine duikeend. Het leefgebied van de topper bestaat uit grote zoete wateren en zoute kustwateren. Hij zoekt de minder dan 15 meter diepe wateren op die rijk zijn aan schelpdieren. In Nederland komt de soort beperkt voor in het IJsselmeergebied en in de

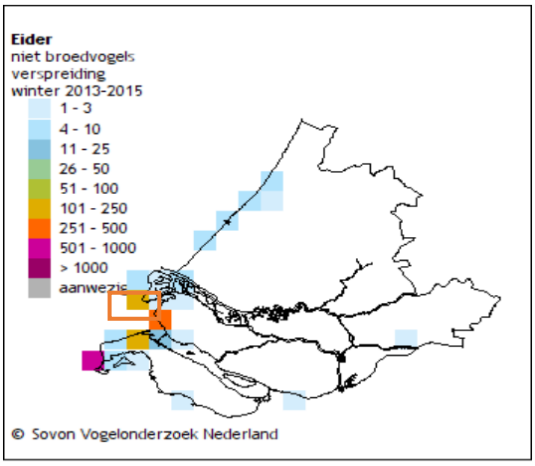
westelijke Waddenzee. Ze rusten overdag in compacte groepen en vliegen 's nachts naar voedselgebieden tot op 5-10 km afstand van de rustplaats. Rustende groepen van de topper verblijven doorgaans verder van de oever dan de groepen van de kuif- en tafeleend (Ministerie van LNV, 2008i; Sovon, 2021w). De verspreiding is te zien in Figuur 68. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 68 De verspreiding van de Toppereend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013-2015 (Sovon, 2021w). *Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer.*

Eidereend (A063)

De eidereend (*Somateria mollissima*) is een forse, aan zout watergebonden eend. Het is een broedvogel van kwelders en duinen in de nabijheid van uitgestrekte intergetijdengebieden, zoals de Voordelta (Sovon, 2021f). De verspreiding is te zien in Figuur 69. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

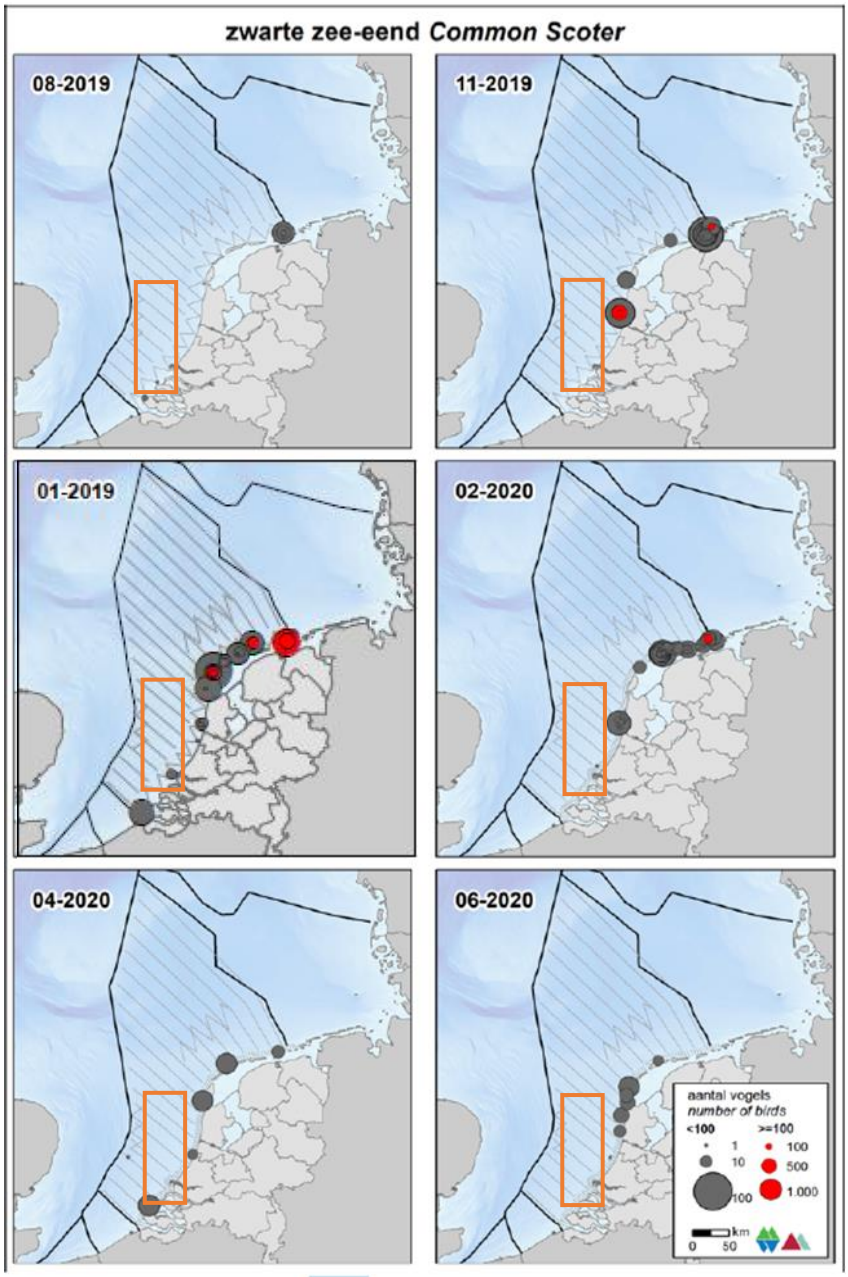


Figuur 69 De verspreiding van de Eider als niet-broedvogel in Zuid-Holland (2013- 2015). Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021f).

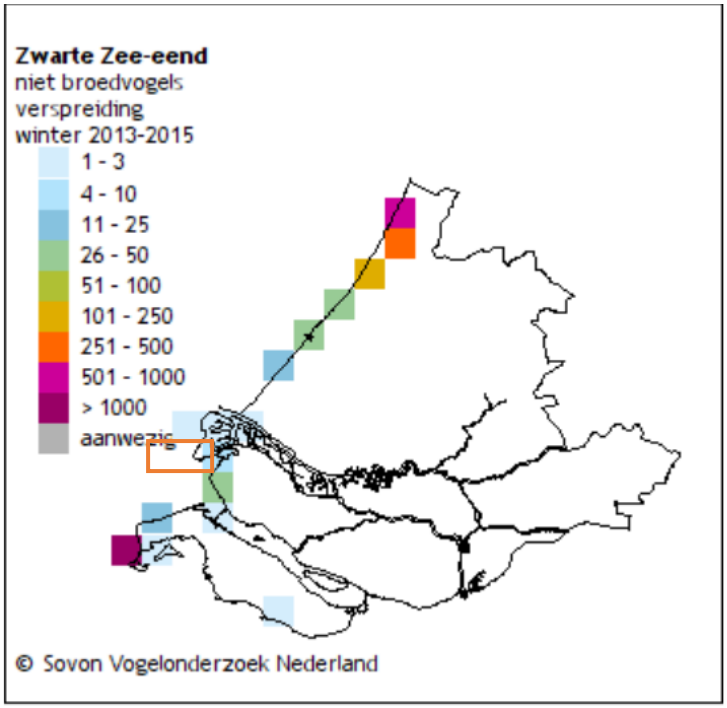
Zwarte zee-eend (A065)

De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts, et al., 2016). Echter in maart 2016 werden er voor het eerst sinds jaren weer zeer hoge aantallen gezien (Arts et al., 2016). Zoals te zien kunnen zwarte zee-eenden in lage aantallen in de omgeving van het VKA-tracé voorkomen, maar over het algemeen niet op de Bruine Bank (Figuur 70 & Figuur 71). De verspreiding van deze soort ligt daarmee ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. In Nederland is het een doortrekker: een wintergast in groot aantal en een zomergast in vrij klein aantal. In sommige jaren blijven groepen van enkele honderden tot duizenden zwarte zee-eenden in de zomer (Ministerie van LNV, 2008k).

De ruiperiode valt van augustus t/m oktober. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstoring omdat ze hun vliegvermogen verliezen (Smit & de Jong, 2011). Buiten de broedtijd is de zwarte zee-eend een kustminnende zeevogel die in het studiegebied vooral in de Voordelta te vinden is (Ministerie van LNV, 2008k).



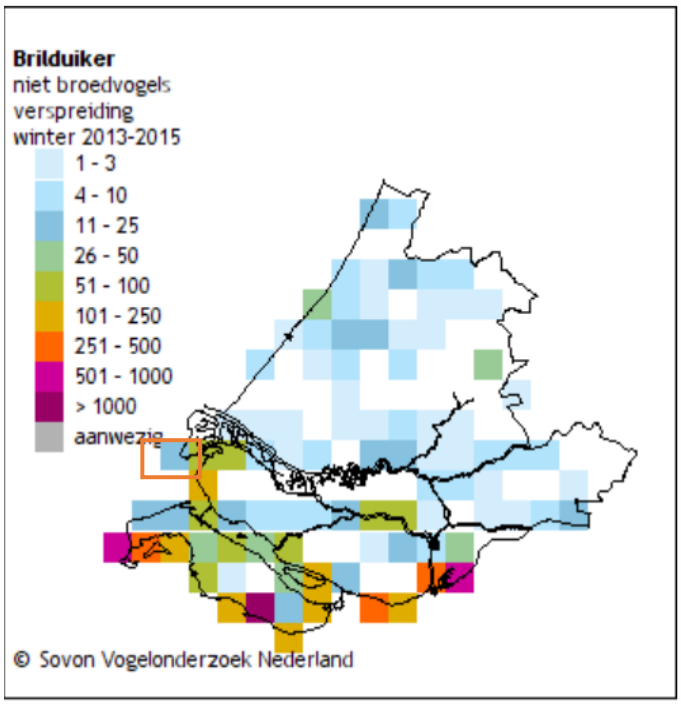
Figuur 70 Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd (Fijn et al., 2019). Het oranje kader geeft het studiegebied weer



Figuur 71 Verspreiding van de zwarte zee-eend in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021ab)

Brilduiker (A067)

De Brilduiker (*Bucephala clangula*) is voornamelijk een overwinteraar. Tussen november en maart zijn er grote aantallen te vinden in het IJsselmeergebied en het Deltagebied. De voorkeur gaat uit naar zoete of brakke wateren (Sovon, 2021d). De brilduiker eet voornamelijk schelpdieren, garnalen en insectenlarven en duiken hiervoor tot een diepte van ongeveer 4m (Soortenbank.nl, 2019). De brilduiker is in tegenstelling tot veel andere duikeenden overdag actief. Hierdoor is de brilduiker gevoelig voor verstoring tijdens het voedsel zoeken. Hij reageert bij afstanden van 300 – 500m door verstoring van scheepvaart en watersporters. ’s Nachts concentreren de brilduikers zich op slaapplaatsen in rustige, beschutte wateren (Ministerie van LNV, 2008c). De verspreiding is te vinden in Figuur 72. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 72 Verspreiding van de brilduiker in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021d)

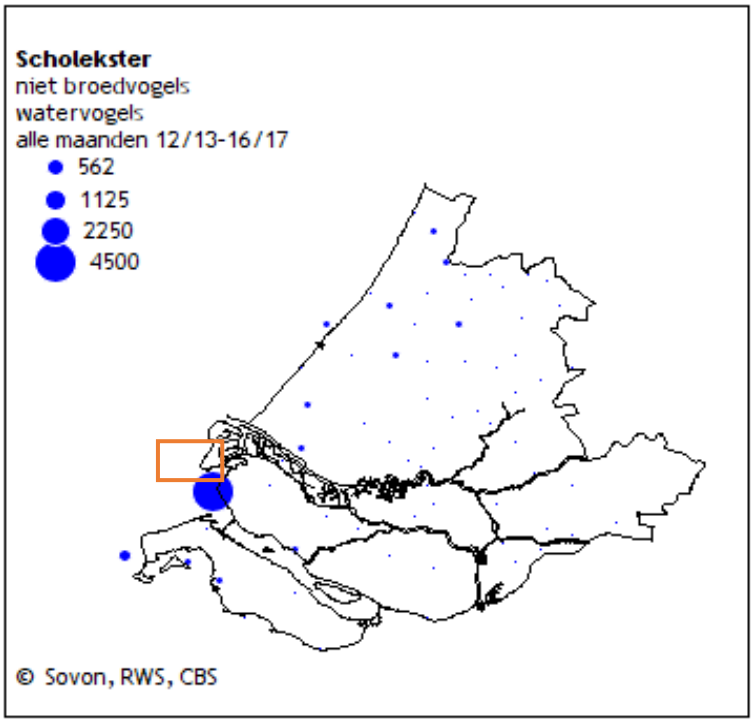
6.5.2 Steltlopers

De Voordelta is van belang voor meerdere soorten steltlopers. Dit zijn bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kluut, rosse grutto, scholekster, steenloper, strandplevier, tureluur, wulp en zilverplevier. Deze vogels gebruiken dit gebied als foerageergebied, rustgebied en doortrekgebied en komen voor op al dan niet begroeide slikken en platen, schorren (het gehele droogvallende laagdynamische gebied is geschikt) en binnen en buitendijkse graslanden. Uitzonderingen zijn steenloper, die vooral op harde substraten zoals dijken voorkomt en drieteenstrandloper, die vooral op stranden voorkomt. De populatiegroottes van deze vogels is in de laatste jaren over het algemeen toegenomen (Arts et al., 2019). De meeste steltlopers in Nederland bevinden zich in de Waddenzee en de Zoute Delta. Hieronder is meer informatie gegeven over twee steltlopersoorten, ter verdere illustratie.

Scholekster (A130)

Buiten de broedtijd is de scholekster (*Haematopus ostralegus*) gebonden aan waddengebieden en estuaria. In ons land is de soort dan vrijwel uitsluitend in de Waddenzee, de Noordzeekustzone en het deltagebied aanwezig. De verspreiding van de Scholekster binnen Zuid-Holland is te zien in Figuur 73. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. De meeste scholeksters foerageren gewoonlijk bij eb op droogvallende platen in het intergetijdengebied. Bij vloed concentreren ze zich dan in grote groepen op speciale hoogwatervluchtplaatsen. Doorgaans zijn dit hooggelegen zandplaten, stranden, strandvlaktes, schorren en kwelders, soms ook havenhoofden of dijktaluds. Bij stormvloeden verblijven scholeksters ook binnendijks op kort grasland of vrijwel kale akkers. Scholeksters zoeken hun voedsel vooral op minder slikkige wadplaten. De hoogste dichtheden van scholeksters worden aangetroffen op mossel- en kokkelbanken (Sovon, 2021s).

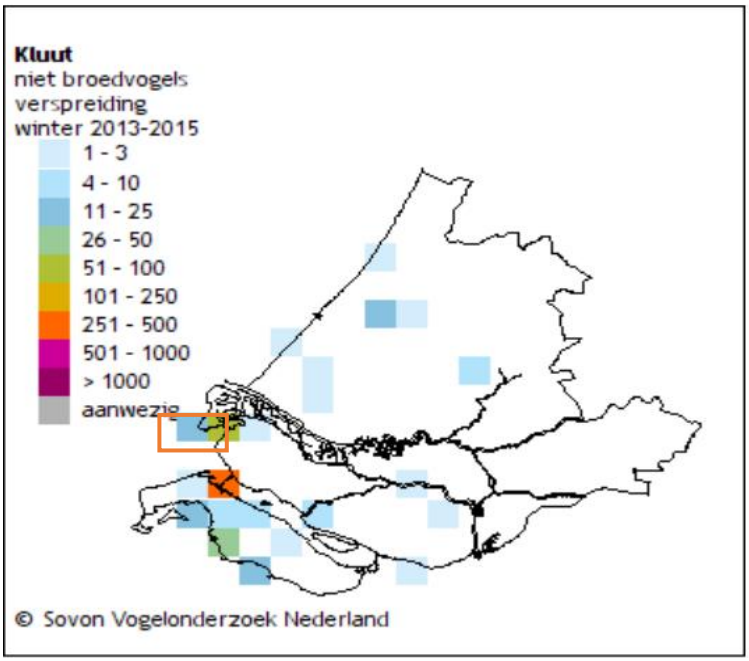
Individuele verschillen in keuzes van voedselgebieden ontstaan op grond van dominantie van de individuele vogels. Scholeksters zijn bovendien plaatstrouw ten aanzien van voedsel- en rustgebieden en individuele scholeksters leven in een relatief klein gebied. Scholeksters die hun voedselgebieden verlaten als gevolg van verstoring, een koude-inval of om andere redenen kunnen dus niet op voorhand terecht in gebieden waar al andere scholeksters aanwezig zijn. Hoogwatervluchtplaatsen en voedselgebieden van de scholeksters liggen doorgaans hooguit enkele kilometers van elkaar verwijderd.



Figuur 73 Voorkomen van de scholekster als niet broedvogel in Zuid-Nederland in de periode 2013-2017. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021s)

Kluut (A132)

De kluut (*Recurvirosta avosetta*) komt in grote getallen voor in de periode juli – november in het Wadden- en Deltagebied. De Kluut broedt in het Wadden- en Deltagebied en daarnaast in kleine aantallen in het IJsselmeergebied en West-Nederland (Sovon, 2021k). De kluut is een soort die snel is verstoord door recreanten, laagvliegende vliegtuigen/helikopters en bootverkeer. Bij een afstand van 100-300m vindt dit al plaats. De kluut namelijk in open kustgebieden en wateren (Ministerie van LNV, 2008e). De verspreiding van de kluut is te vinden in Figuur 74. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

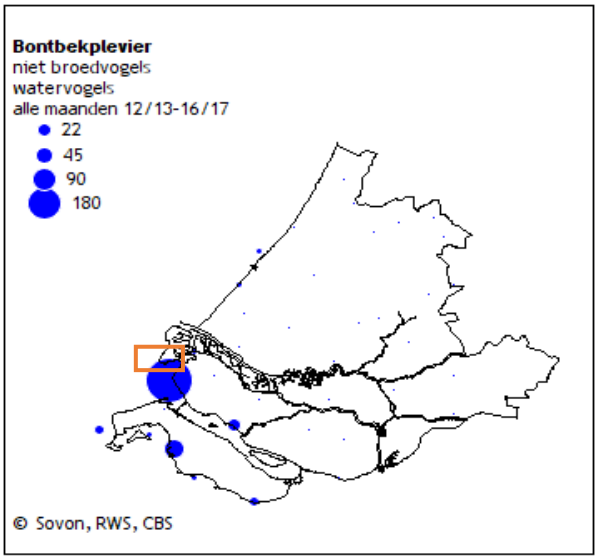


Figuur 74 Verspreiding van de kluut in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021k).

Bontbekplevier (A137)

Bontbekplevieren (*Charadrius hiaticula*) kunnen het hele jaar worden waargenomen, maar zijn in de wintermaanden schaars. Buiten de broedtijd is de bontbekplevier sterk gebonden aan zout water en intergetijdengebieden, voornamelijk in het Wadden- en deltagebied (Ministerie van LNV, 2008b). Vele duizenden doortrekkers pleisteren in Waddenzee en deltagebied, waaronder in de Voordelta. De voorjaarstrek piekt hier in maart en vooral in mei, wanneer hoog noordelijk broedende vogels ons land passeren. In augustus en september zijn opnieuw grote aantallen aanwezig. In het binnenland is de soort schaars. De landelijk getelde aantallen namen sinds 1975 geleidelijk toe, wat vooral voor rekening van het Waddengebied komt (Sovon, 2021b).

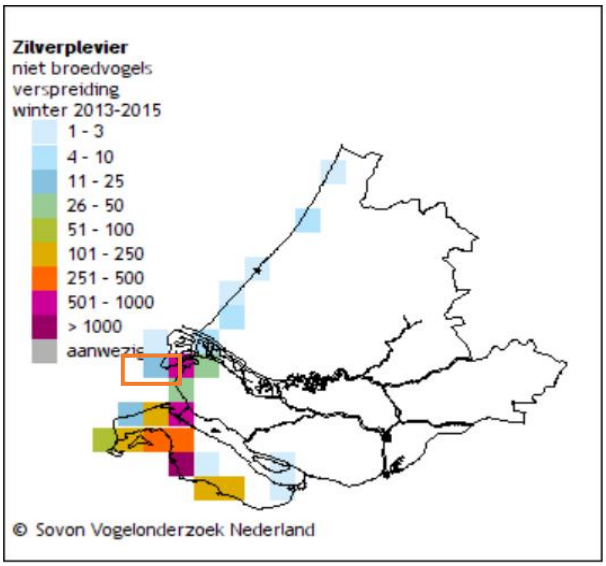
In de Voordelta zijn Bontbekplevieren in de grootste getalen te vinden rond de Slikken van Voorne (Figuur 75). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 75 Verspreiding van de bontbekplevier als niet broedvogel in de periode 2013-2017 in Zuid-Holland. Het oranje Kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021b).

Zilverplevier (A141)

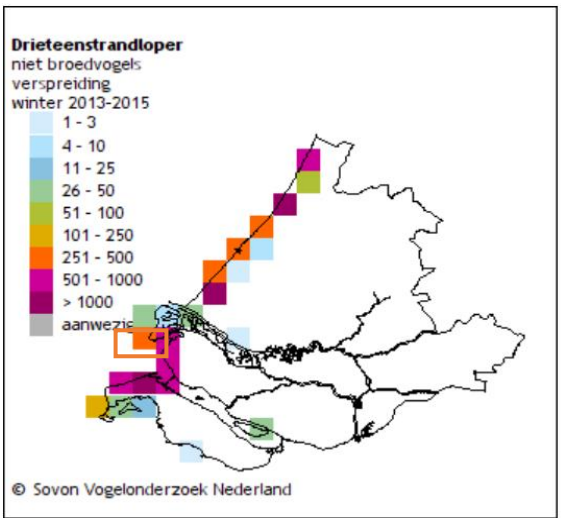
De zilverplevier (*Pluvialis squatarola*) komt voornamelijk voor in de intergetijdengebieden van de Waddenzee en Zeeuwse wateren (Sovon, 2021aa). Deze soort gebruikt Nederland voornamelijk als rui-, doortrek- en overwinteringsgebied (Ministerie van LNV, 2008j). De verspreiding van de zilverplevier is te vinden in Figuur 76. De soort komt voor in het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 76 Verspreiding van de zilverplevier in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021aa).

Drieteenstrandloper (A144)

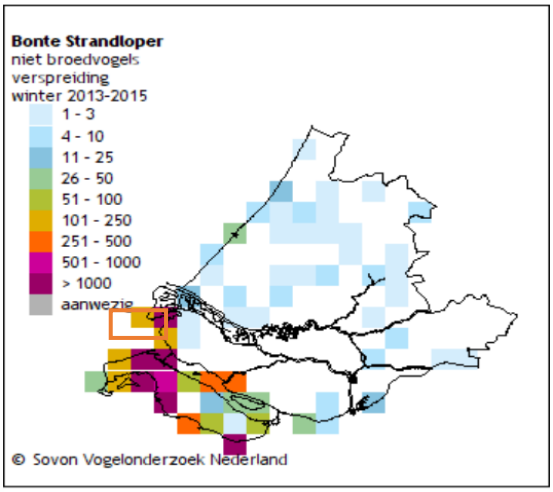
De drieteenstrandloper (*Calidris albai*) is een overwinteraar en doortrekker in Nederland. De soort is voornamelijk te vinden aan de Noordzeekust (Sovon, 2021e). De verspreiding van de soort in Zuid-Holland is te vinden in Figuur 77. De soort komt voor in het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 77 Verspreiding van de drieteenstrandloper in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021e)

Bonte strandloper (A149)

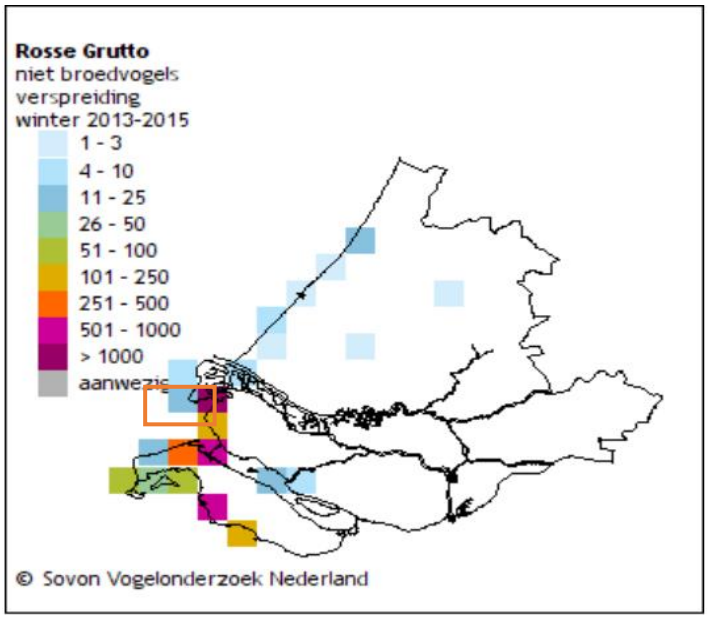
De bonte strandloper (*Calidris alpine*) is een overwinteraar in Nederland en een van de meest voorkomende vogelsoorten in de Waddenzee en de Delta (Sovon, 2021c). De verspreiding van de bonte strandloper in Zuid-Holland is te vinden in Figuur 78. De soort komt voor in het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 78 Verspreiding van de bonte strandloper in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021c)

Rosse grutto (A157)

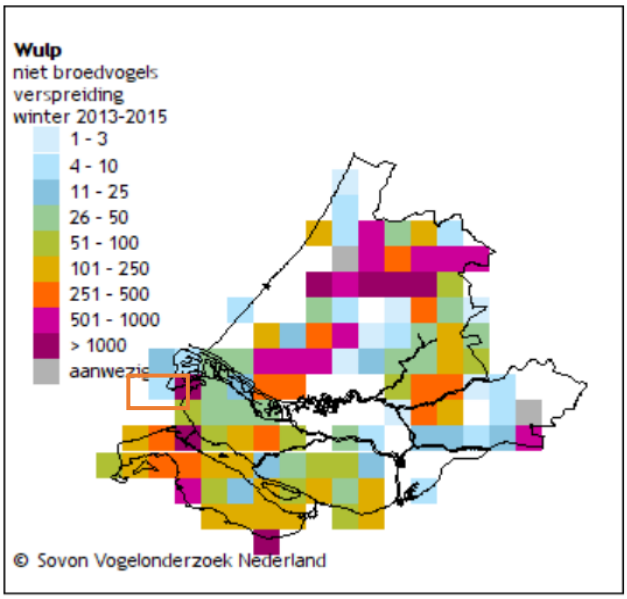
De rosse grutto (*Limosa lapponica*) komen voornamelijk in april en mei in grote getallen voor op de Wadden. De meeste overwinteren in West-Afrika, een deel blijft achter op de Waddenzee (Metawad, 2016). In de maanden juli – november trekt de soort langs de Nederlandse kust richting het zuiden (INBO & ANB, 2019). Rond de maand mei zijn er ongeveer 130.000 – 200.000 vogels te vinden in Nederland en in de winter nog zo'n 61.000 – 76.000 (Sovon, 2021r). De rosse grutto is te vinden in getijdengebieden, op slikken en schorren en in weilanden in de buurt van de kust (INBO & ANB, 2019). De verspreiding van de rosse grutto in Zuid-Holland is te vinden in Figuur 79. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 79 Verspreiding van de rosse grutto in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021r).

Wulp (A160)

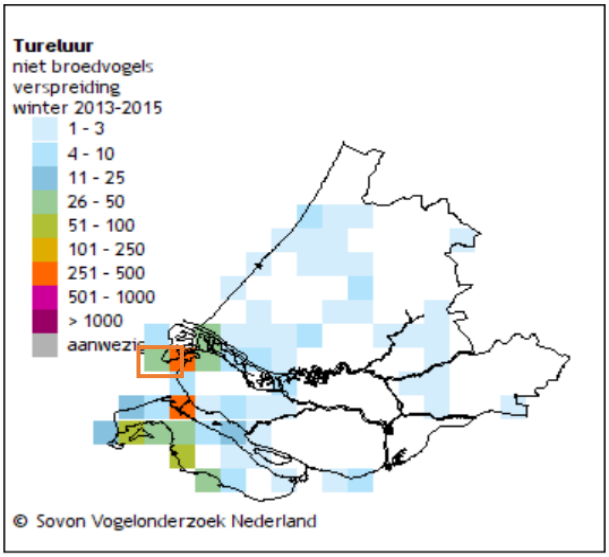
In augustus en september zijn er tot 200.000 in Nederland aanwezig, met de nadruk op het Waddengebied en in mindere mate de Delta, nabij de Voordelta. De aantallen in de winter zijn wat lager, maar een grote uittocht vindt alleen plaats bij langdurige strenge vorst. Vanaf januari of februari nemen de aantallen weer wat toe, deels door de aankomst van de eigen broedvogels (Sovon, 2021z). De verspreiding van de wulp in Zuid-Holland kan gevonden worden in Figuur 80. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 80 Verspreiding van de wulp in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021z).

Tureluur (A162)

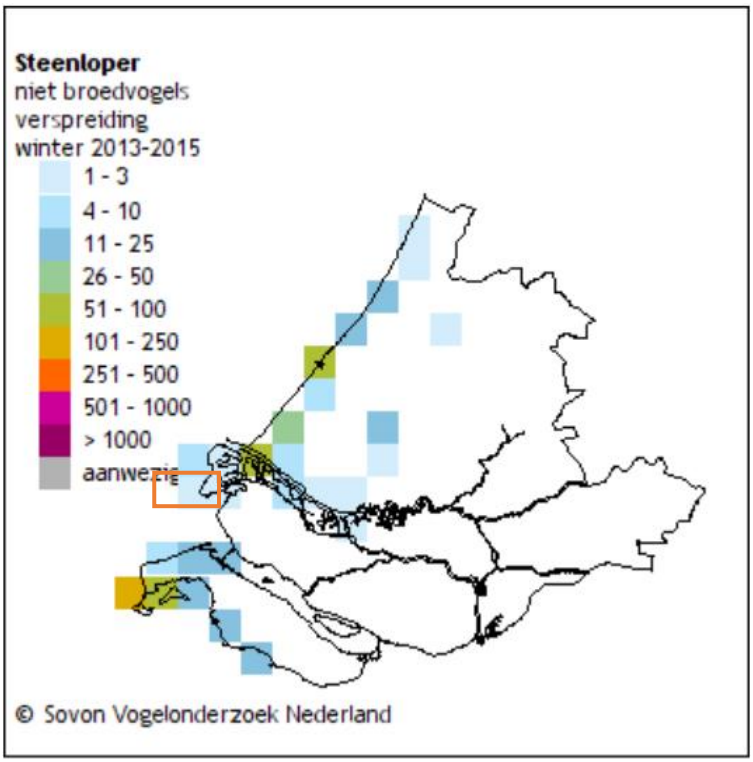
Tureluurs foerageren voornamelijk op het wad. Hier eten ze mollusken, kreeftachtigen en ook kleine visjes. Hoewel het hele jaar in ons land aanwezig, is de Tureluur in juli en augustus minstens tweemaal zo talrijk als in de rest van het jaar (Sovon, 2021x). De verspreiding van de tureluur in Zuid-Holland is te vinden in Figuur 81. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 81 Verspreiding van de tureluur in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021x)

Steenloper (A169)

In Nederland is de steenloper (*Arenaria interpres*) een doortrekker en wintergast. De steenloper is in Nederland nagenoeg gebonden aan de getijdengebieden van de kust. Tijdens de trek ziet men kleine aantallen steenlopers ook op binnenlandse locaties, vooral op de oevers van grote rivieren. Zijn voedselbiotoop zijn de stranden en drooggevallen slikken en platen en in het bijzonder de vloedmerken, wiervelden, mosselbanken, stenige taluds van dijken en havens en pieren, vooral als deze begroeid zijn met wieren. De steenloper eet wormen, krabbetjes, schelpdieren, strandvlooien en aas (Sovon, 2021v). De verspreiding van de steenloper in Zuid-Holland is te zien in Figuur 82. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 82 Verspreiding van de steenloper als niet broedvogel in de periode 2013-2015 in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje Kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021v)

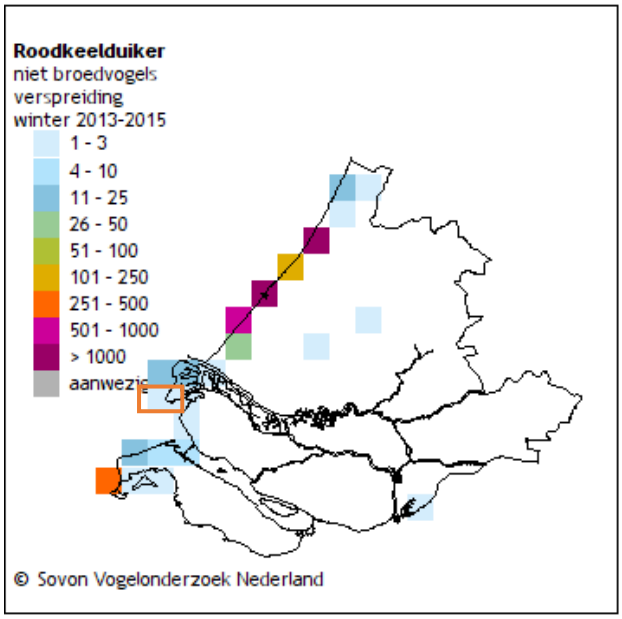
6.5.3 Zichtjagers

Roodkeelduiker (A001)

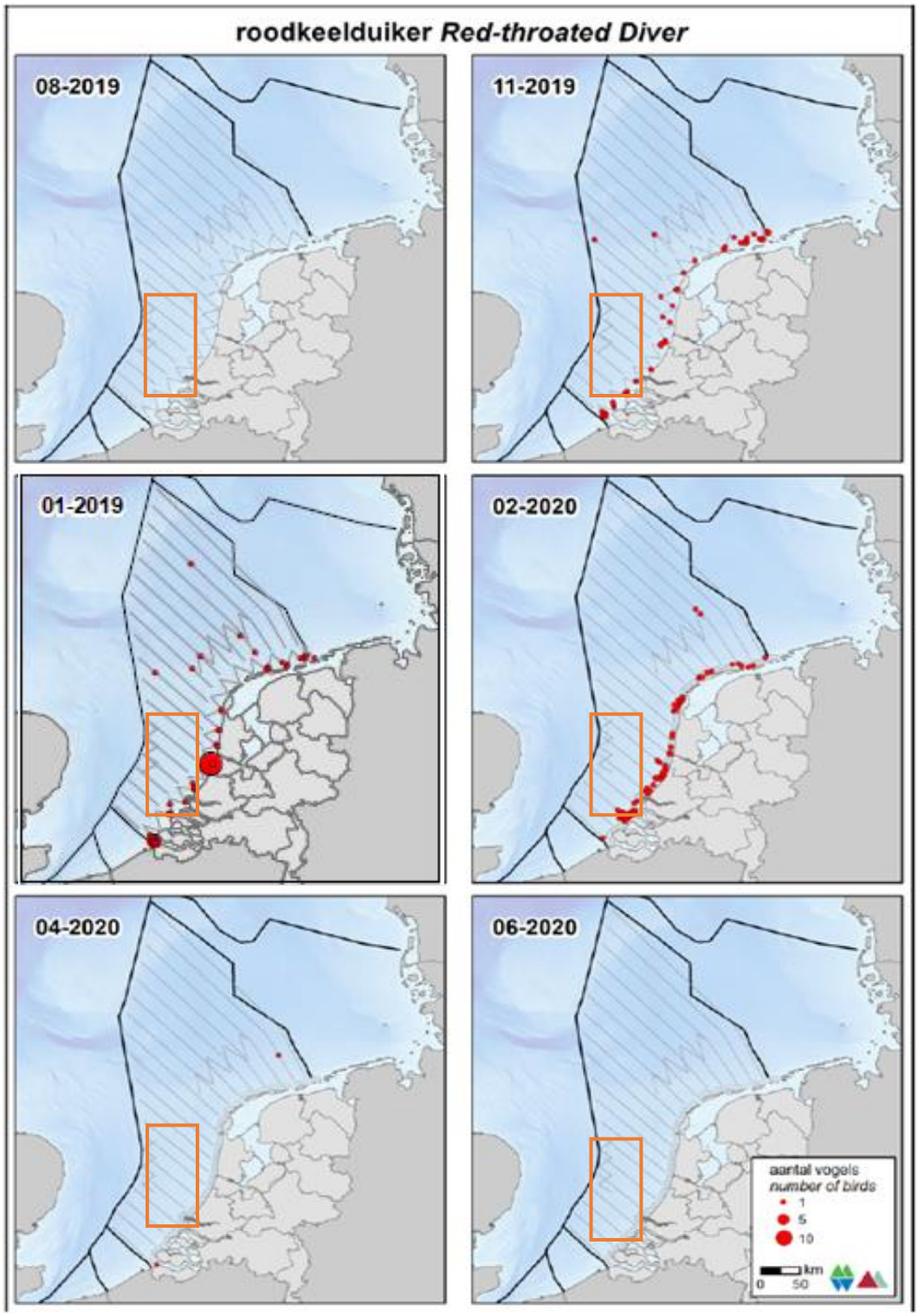
De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) is in Nederland een doortrekker en wintergast in vrij kleine tot vrij grote aantallen in de kustwateren van de Noordzee. Voornamelijk tussen oktober en mei is de soort in de Noordzeekust te vinden (Sovon, 2021q). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Fijn et al., 2019). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de Noordzee (Fijn, Arts, de Jong, Beuker, Bravo Rebolledo, et al., 2018). De tellingen van Rijkswaterstaat in augustus en november 2018 en januari, februari, april en juni 2019 zijn weergegeven in Figuur 83 en Figuur 84. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. Zoals te zien ligt het zwaartepunt van de aanwezigheid van de roodkeelduiker tussen november en februari. De hoeveelheid waarnemingen nam in april al flink af, tot geen enkele

waarneming in juni en augustus. In november werden er veel roodkeelduikers waargenomen ten noorden van de Waddeneilanden, in januari zijn de grootste concentraties waargenomen langs de Hollandse kust.

De roodkeelduiker foerageert en rust in de kustzone van de Noordzee, voornamelijk in losse groepsverbanden. In de Voordelta zijn voor de roodkeelduiker Brouwersdam en het Brouwershavensche Gat van groot belang als foerageergebied (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).



Figuur 83 De verspreiding van de roodkeelduiker in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het onderzoeksgebied weer (Sovon, 2021q)



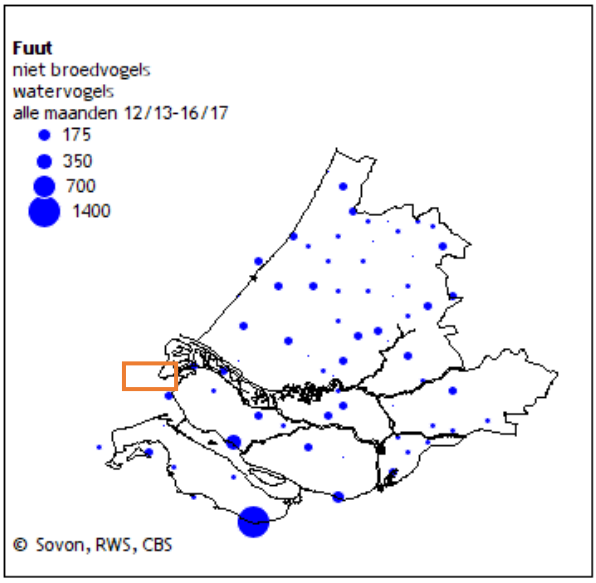
Figuur 84 Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, voor een vergelijkbaar beeld van de verspreiding van deze soort rond die tijd (Fijn et al., 2019)

Fuut (A005)

De fuut (*Podiceps cristatus*) is in ons land de grootste soort van zijn geslacht. Het is een middelgrote duikende watervogel met in de broedtijd een opvallende kuif. In Nederland is de soort het gehele

jaar aanwezig. Futen foerageren in het algemeen duikend, meestal laten ze korte duikbewegingen zien van minder dan 30 seconden. De fuut achtervolgt zijn prooi onder water.

Buiten de broedtijd is het leefgebied van de fuut vooral geconcentreerd op grote, onbeschutte open wateren. De geschatte broedpopulatie is 13.000-16.000 (Sovon, 2021g). Ze zijn daarnaast ook te zien in zoete natte gebieden ('wetlands') en in enigszins beschutte delen van zoute of brakke kustwateren en estuaria. In de nazomer bevindt de soort zich op speciale ruiplaatsen, onder andere op het IJsselmeer. Vanwege verlies van het vliegvermogen in deze periode is de soort dan extra kwetsbaar en gevoeliger voor verstoringen. Overdag en 's nachts rusten futen meestal groepsgewijs bij oevers, terwijl 's ochtends en in de namiddag op open water wordt gefoerageerd. De fuut foerageert overdag, in relatief groot, open water, zowel zoet als zout. Er wordt bij voorkeur gedoken in water met weinig planten. Omdat de fuut een zichtjager is heeft vertroebeling van water een negatief effect op het vangstsucces. De verspreiding van de fuut in Zuid-Holland is weergegeven in Figuur 85. De verspreiding van deze soort ligt niet binnen het studiegebied en wordt daarom niet nader beoordeeld.

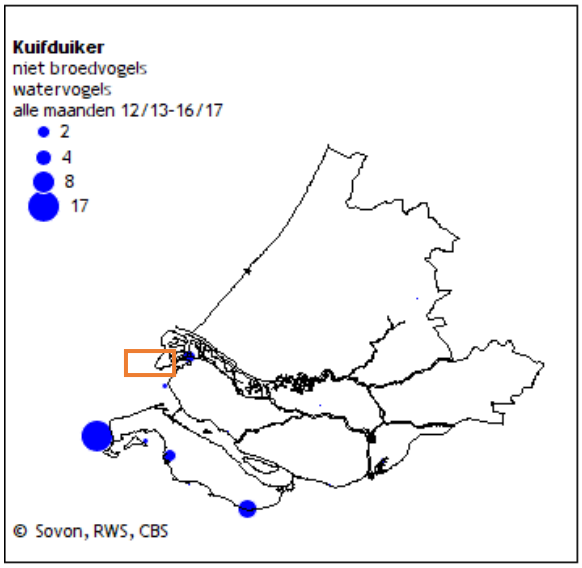


Figuur 85 Verspreiding van futen in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021g)

Kuifduiker (A007)

De kuifduiker (*Podiceps auritus*) is een kleine futensoort. Tijdens de broedtijd is de vogel schuw en goed verborgen, maar in de winter is de soort te vinden op open water. De kuifduiker overwintert in Nederland in mariene kustwateren en kustmeren (Ministerie van LNV, 2008f). De kuifduiker eet voornamelijk vis, aquatische insecten, kleine kreeftachtigen en waterplanten (Ministerie van LNV, 2008f).

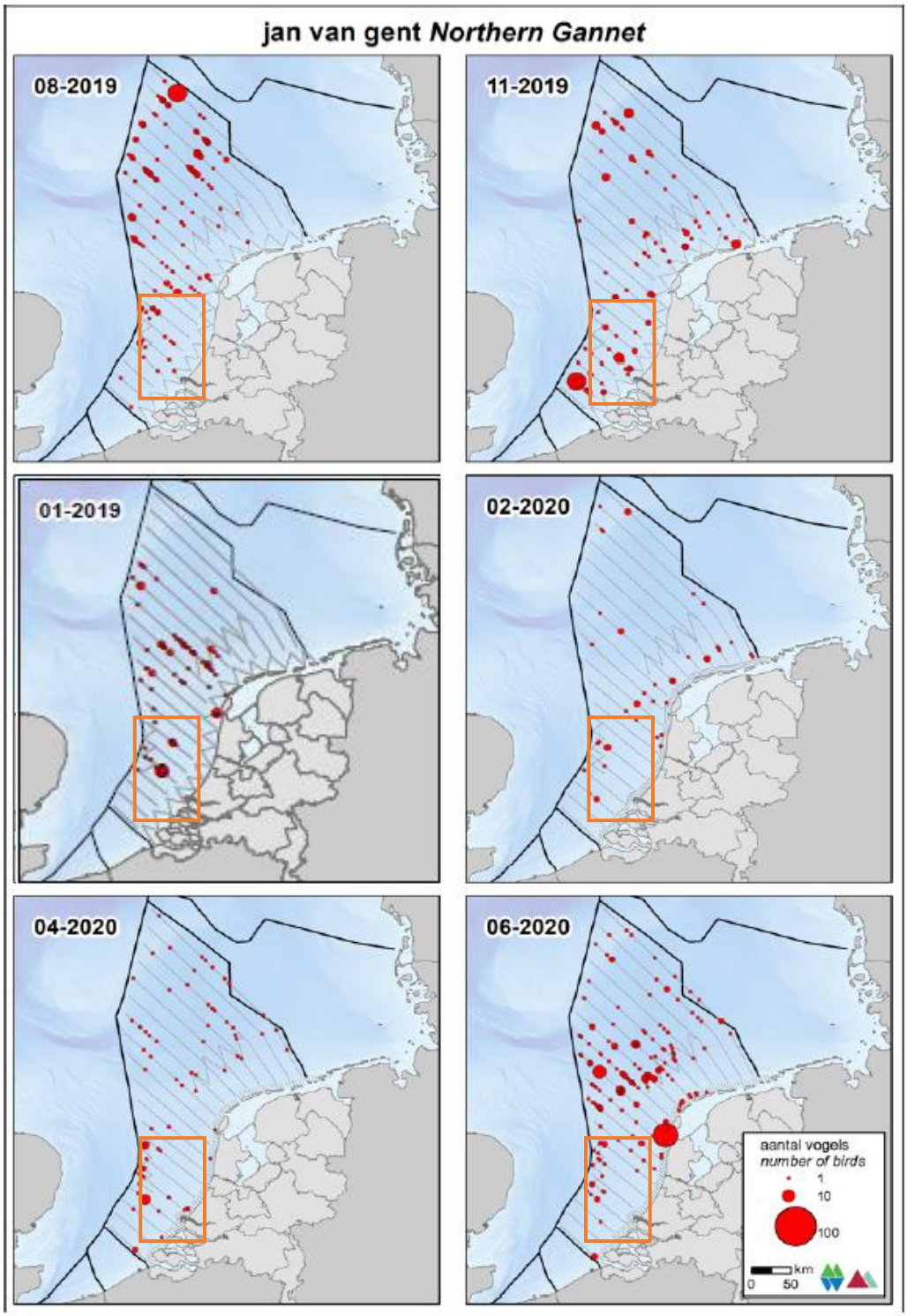
In de periode 2013-2015 werd het aantal overwinterende kuifduikers geschat op 150-200 en de doortrek op 120-150 (Sovon, 2021m). Figuur 86 laat de verspreiding zien van de kuifduiker in Zuid-Holland. De verspreiding van deze soort ligt niet binnen het studiegebied en wordt niet nader beoordeeld.



Figuur 86 Verspreiding kuifduiker als niet broedvogel in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021m)

Jan-van-gent (A016)

De Jan-van-gent (*Morus bassanus*) is een echte zeevogel die aan de kust nauwelijks voorkomt. De soort is het hele jaar aanwezig op het NCP, waarbij het zwaartepunt ligt tussen september en half november. Deze soort komt in het studiegebied vooral voor bij de Bruine Bank. In de Bruine Bank is de Jan-van-gent geschat tijdens het hoogseizoen (augustus-september) tussen de 300 en 500 individuen (Fijn et al., 2020). De verspreiding van de Jan-van-gent is te zien in Figuur 87. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

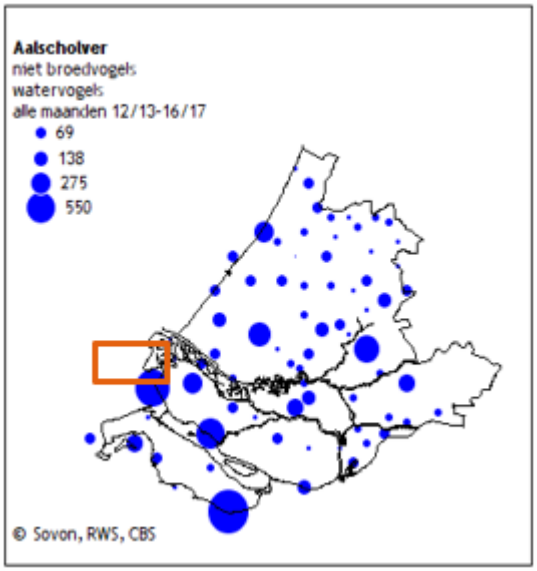


Figuur 87 Verspreiding van de Jan-van-gent op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd (Fijn et al., 2019). Het oranje kader geeft het studiegebied weer

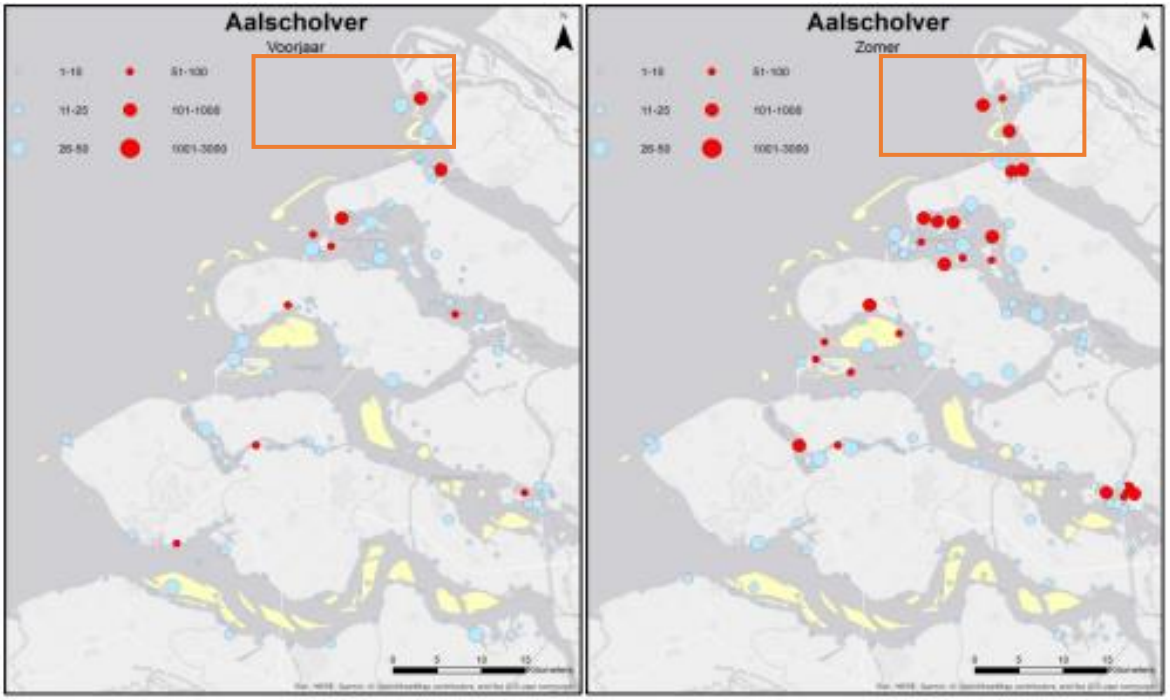
Aalscholver (A017)

De aalscholver is al behandeld als broedvogel in bovenstaande paragraaf. De verspreiding van de aalscholver als niet-broedvogel is weergegeven voor Zuid-Holland in Figuur 88. In Figuur 89 is de

algemene verspreiding in de regio van aalscholvers in de zomer en het voorjaar weergegeven. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 88 Verspreiding aalscholver in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021a)



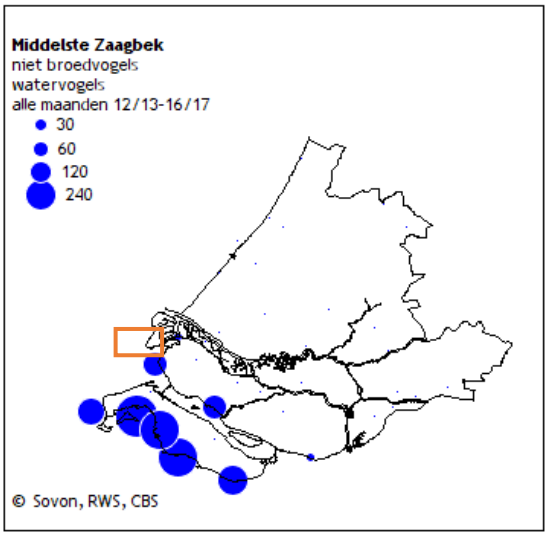
Figuur 89 Verspreiding van aalscholver in het voorjaar (maart, april, mei) en zomer (juni, juli, augustus) (Hoekstein et al., 2020). *Het oranje kader geeft het studiegebied in de Voordelta weer*

Middelste zaagbek (A069)

De middelste zaagbek (*Mergus serrator*) is een grote duikeend. Het mannetje is te herkennen aan een bont verenkleed, een donkergroene kop met dubbele kuif en een relatief lange, rode, gezaagde snavel. Het vrouwtje is grijsachtig en heeft een bruine kop.

De middelste zaagbek verblijft vooral in estuaria, maar 's nachts ook op de aangrenzende binnenwateren. De verspreiding van de middelste zaagbek is te zien in Figuur 90. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. De soort foerageert voornamelijk in ondiepe wateren tot 7 m diepte, en rust/slaapt in beschutte bochten of in de luwte van eilanden en dijken. Hij foerageert ook 's nachts. De middelste zaagbek maakt tevens gebruik van grote gemeenschappelijke slaapplaatsen. Hij is een zichtjager en daarom is hij gesteld op helder water.

De middelste zaagbek is een trekvogel die overwintert in Nederland. Een deel van de dieren blijft ook jaarrond hier, maar de overwinteringspiek loopt ongeveer van oktober tot april. De broedpopulatie ’s zomers wordt op 60-80 geschat (Sovon, 2021o). De geschatte wintermaxima liggen tussen de 10.000 en 11.000 (periode 2013 – 2015). De geschatte maxima gedurende de doortrekperiode liggen tussen de 5.100 en 7.100 (november, maart).



Figuur 90 Verspreiding van de middelste zaagbek in Zuid-Holland in de periode 2013-2017. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021o)

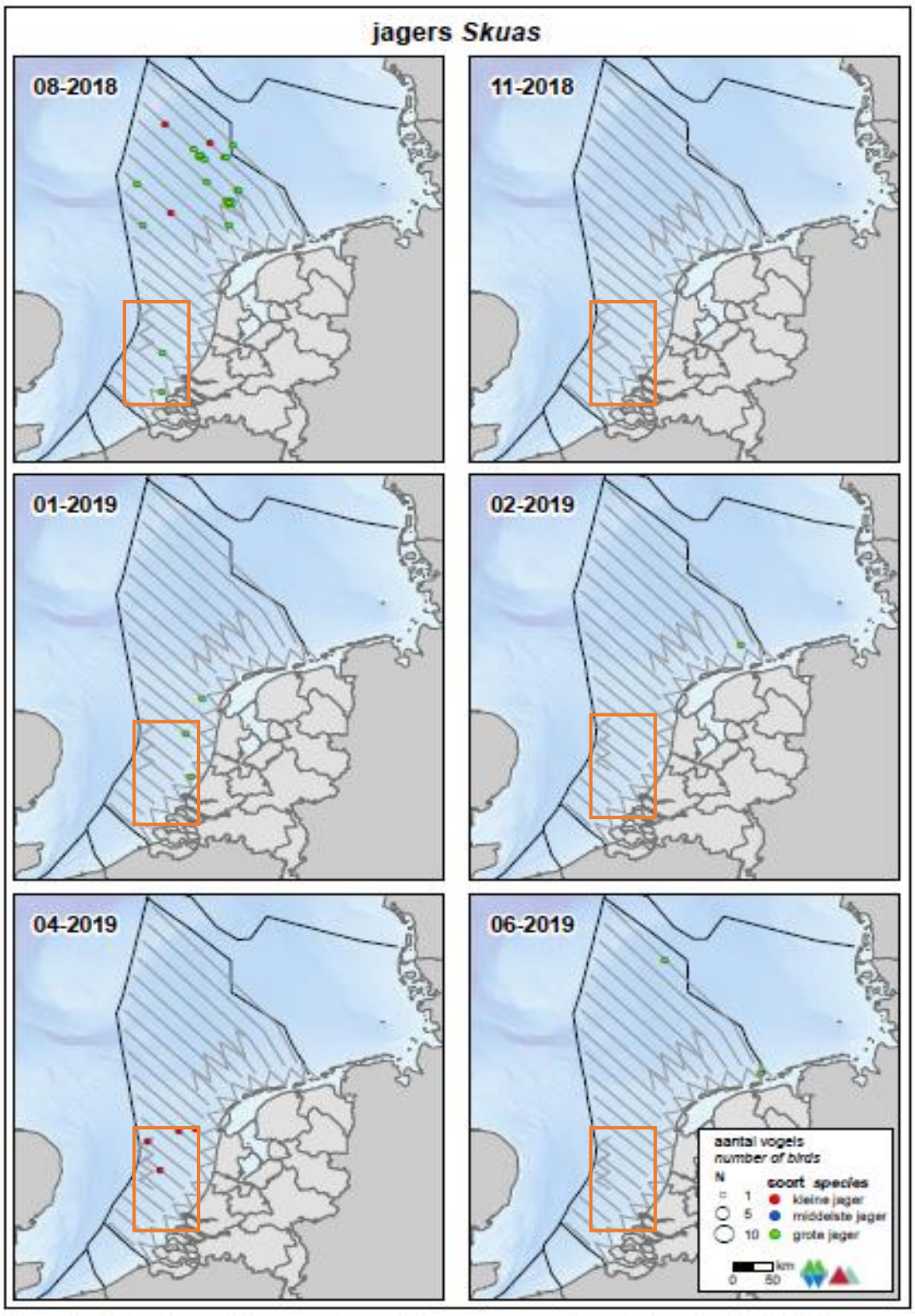
Grote Jager (A175)

De grote jager (*Stercorarius skua*) is een vogel van de open zee. Hij foerageert op open zee en in de kustwateren. Het is een opportunistische soort met een gevarieerd dieet. Vooral vis, zelf gevangen (onder meer spiering) of als visafval van trawlers (o.m. schelvis, wijting, kever). Ook steelt de grote jager vis van andere zeevogels (w.o. jan-van-gent, alken), daarbij achtervolgt hij andere vogels net zolang totdat ze hun prooien loslaten of uitbraken. De grote jager doodt ook vogels (vooral drieteenmeeuw, papegaaiduiker), verder eet het dier pijlinktvis en aas. De grote jager gebruikt het Nederlands Continentaal Plat (NCP) om te foerageren en migreert in het najaar via Nederlandse kustwateren richting open zeegebieden in Zuidwest-Europa en Noordwest-Afrika (R. G. Jak et al., 2009).

Grote jagers zijn trekvogels die in het najaar van de noordelijk gelegen broedkolonies door het Kanaal trekken. In die periode verblijven ze enige tijd in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, waarin de Bruine Bank ligt. Daarnaast blijft een klein aantal grote jagers een groot deel van de winter in de zuidelijke Noordzee. Pieken van grote jager komen jaarlijks voor, met name tussen augustus en oktober, met de nadruk op september. De grootste aantallen grote jagers worden waarschijnlijk niet goed gedekt door de jaarlijkse vliegtransecten (zie Figuur 91) (Fijn & de Jong, 2019). In september

werden hogere aantallen grote jagers op de Bruine Bank waargenomen (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Grote Jagers zijn voor hun voedselvoorziening afhankelijk van hun vliegvermogen. Grote Jagers kunnen het zich niet permitteren het vliegvermogen volledig te verliezen en ruien daarom niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012).



Figuur 91 Grote jager tellingen in 2018 en 2019 (Fijn et al., 2019). De soort is niet waargenomen in het studiegebied (oranje kader), maar tijdens de periode met grootste aanwezigheid (september) worden geen tellingen uitgevoerd

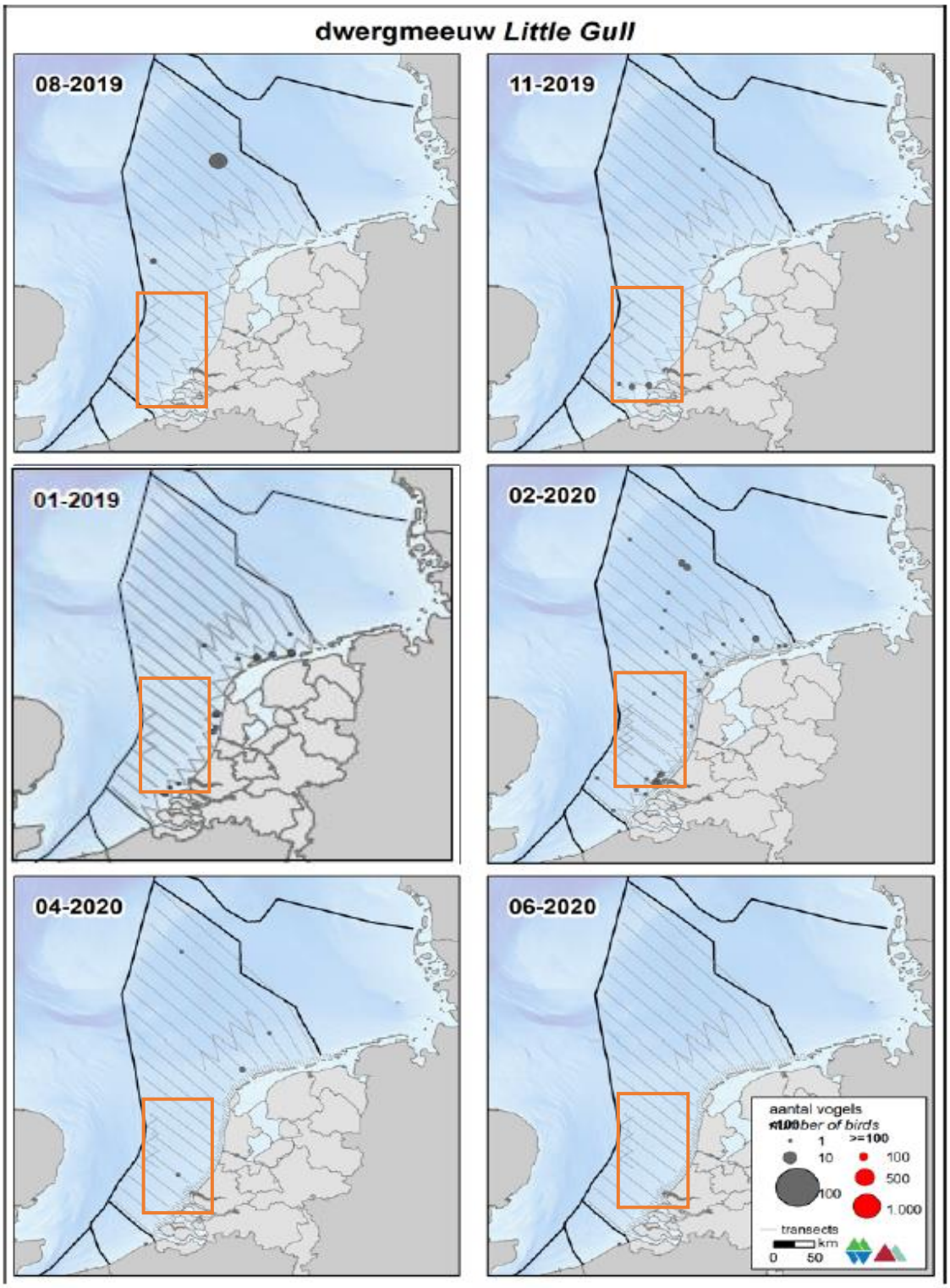
Dwergmeeuw (A177)

De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) is een kleine meeuwsoort. Hij jaagt op insecten, vissen en kreeftjes. Het broedgebied strekt zich uit van Finland tot ver in Siberië, met voorposten naar het

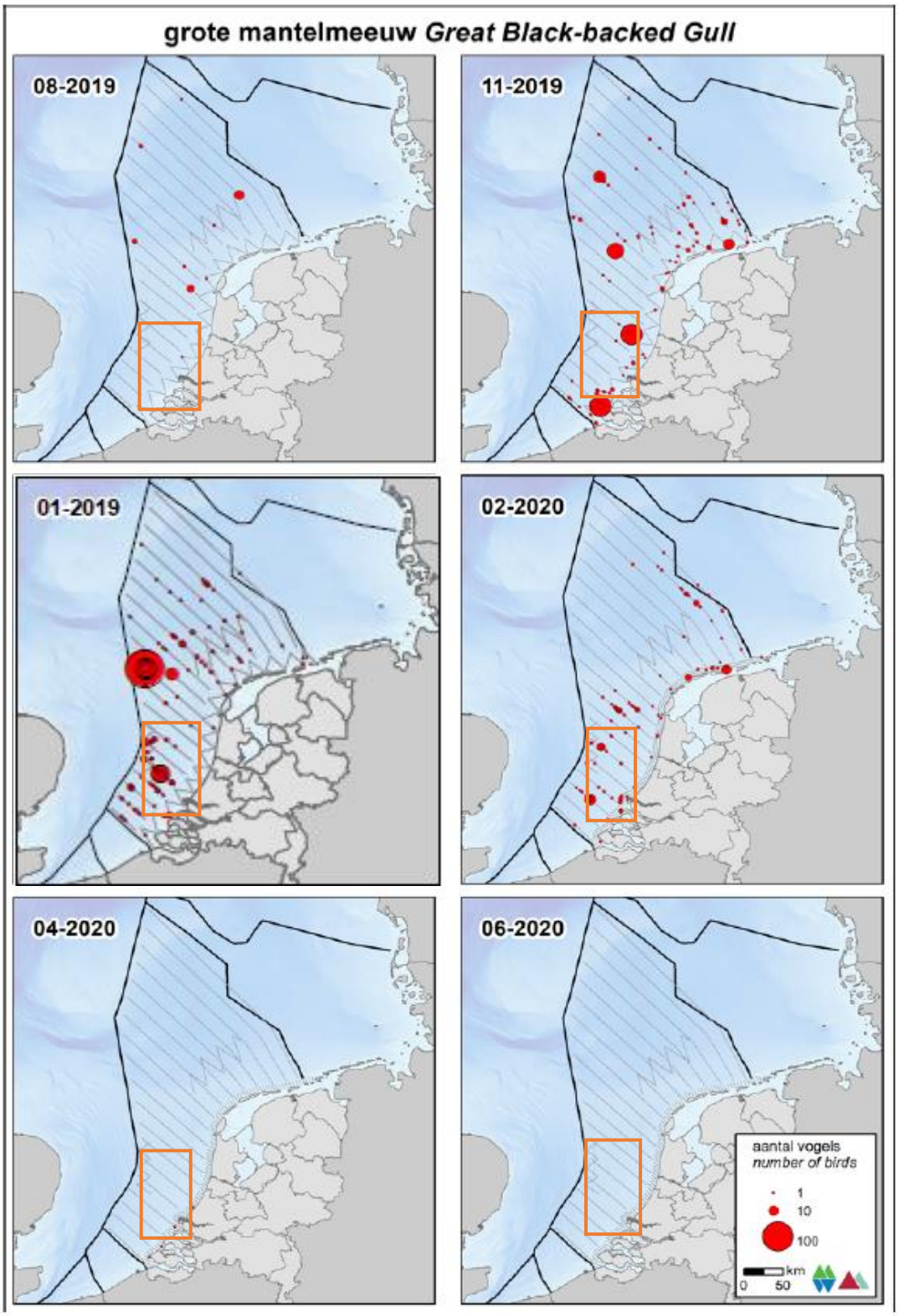
westen tot in Nederland. Overwinteren doen dwergmeeuwen op grote zoetwatermeren zoals op het IJsselmeer en de Kaspische Zee, maar vooral op zee; van de Oostzee in het noorden en de Middellandse Zee in het zuiden tot in de omgeving van Newfoundland. Vooral in de maanden april-mei en oktober-november trekken dwergmeeuwen over Nederland (Ministerie van LNV, 2008d). Hier is de dwergmeeuw voornamelijk op open wateren, zoetwatermeren, moerassen en rivieren te vinden (Ministerie van LNV, 2008d).

Tijdens de trek van het voorjaar 2019 werd het aantal exemplaren op het NCP geschat op 34.100 (Fijn et al., 2019). Dit is een aanzienlijk deel van de totale Europese broedpopulatie (72.000-174.0000 exemplaren) dat tweemaal per jaar door de Noordzee trekt.
De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust (Fijn et al., 2019). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. Uit trendanalyses van het CBS op basis van de MWTL-data blijkt dat de aflopen 12 jaar de trend in aantallen dwergmeeuwen op de Nederlandse Noordzee stabiel is. De verspreiding en tellingen van de dwergmeeuw zijn te zien in Figuur 92 (op de volgende pagina). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Grote mantelmeeuw (A187)
De grote mantelmeeuw (*Larus marinus*) is de grootste meeuwensoort van Nederland. Hij komt veelal voor in de kustgebieden en in de winter rondom de Bruine Bank. In februari 2020 zijn tussen de 600 en 1000 individuen waargenomen in de Bruine Bank. De verspreiding van de grote mantelmeeuw is te zien in Figuur 93 (op de volgende pagina's). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



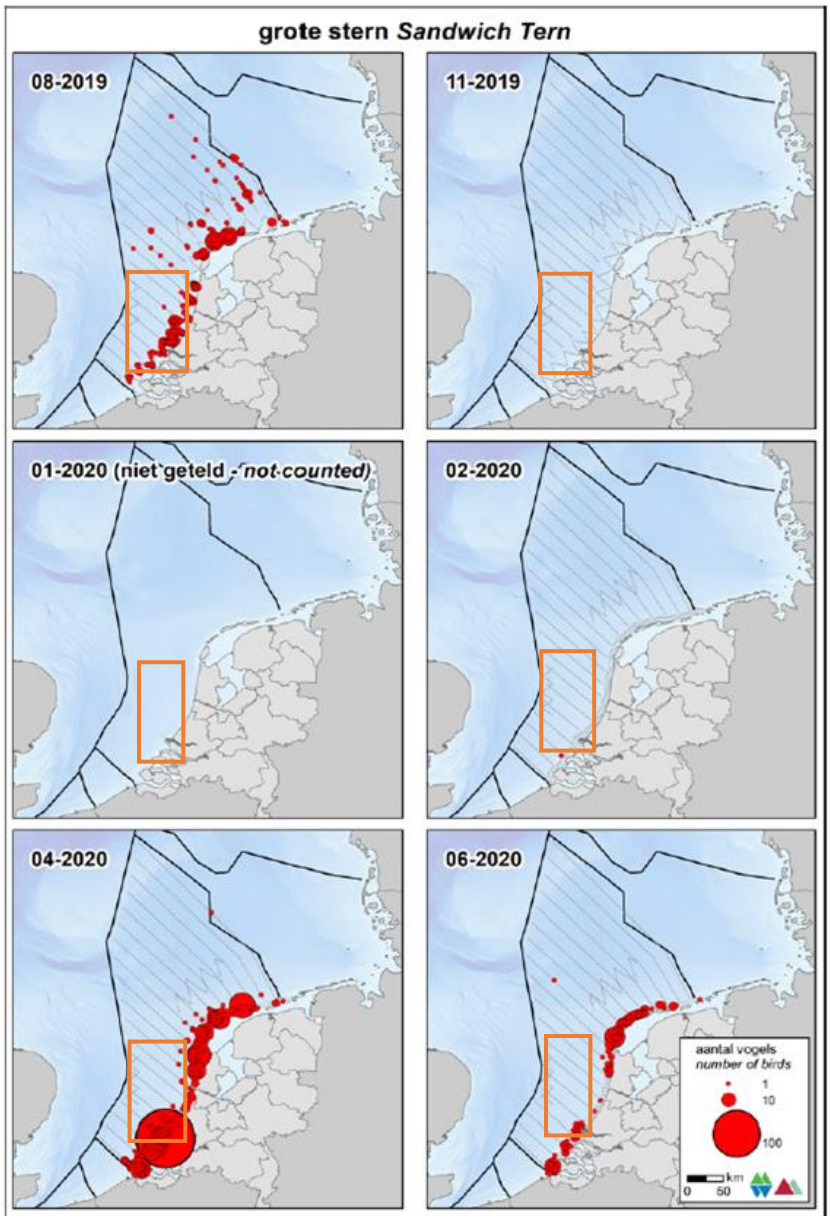
Figuur 92 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd (Fijn et al., 2019)



Figuur 93 Verspreiding van de grote mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd (Fijn et al., 2019)

Grote Stern (A191)

Sterns zijn typische zichtjagers op vis en zijn afhankelijk van het doorzicht van het water voor het vinden van hun prooi. Grote sterns (*Sterna sandvicensis*) zijn grofweg van half maart tot half november aanwezig in Nederland, in de wintermaanden blijven er soms ook dieren overwinteren. Het belangrijkste voedsel van de grote stern tijdens het verblijf in Nederland (haringachtigen en zandspiering) wordt gevangen in een brede zone voor de kust (<50 km) (Fijn et al., 2019, Figuur 59). In de winter vertrekken de sterns naar Afrika. De verspreiding van deze soort is te zien in Figuur 95. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

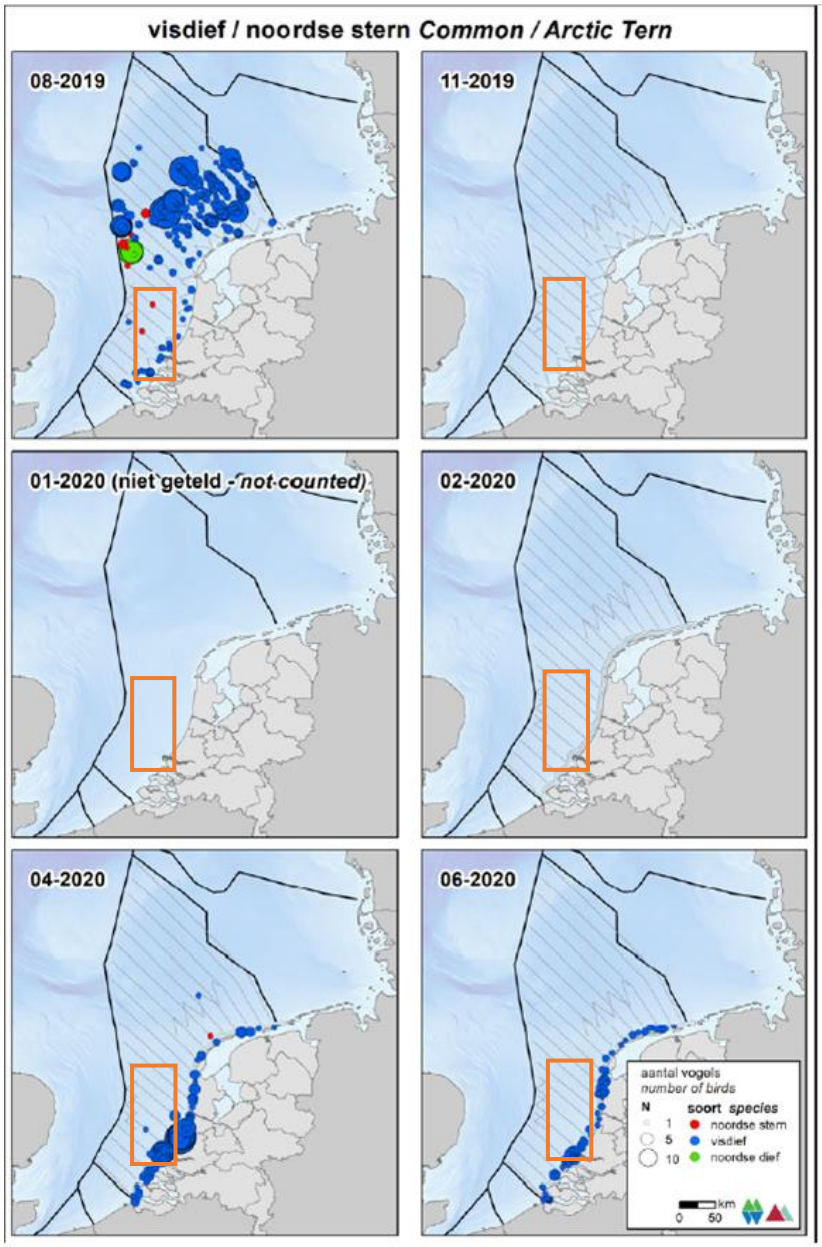


Figuur 94 Verspreiding van de grote stern op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020). In de afgelopen jaren zijn geen sterns waargenomen in de maand januari

Visdief (A193)

Visdief (*Sterna hirundo*) is een koloniebroeder met voorkeur voor eilanden en kustgebieden. De visdief overwintert in Zuid-Europa en Afrika en is aanwezig in Nederland tussen eind maart en begin

oktober, met pieken op het NCP in oktober, Figuur 95. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. Kleine broedpopulatie komen verspreid door het land voor, waaronder ook langs de kust van Noord-Holland en Texel. De staat van instandhouding van de visdief als broedvogel in Nederland is zeer ongunstig. De Nederlandse broedpopulatie visdiefjes wordt geschat op 14.000-15.600 broedparen (Fijn et al., 2019).



Figuur 95 Verspreiding van de visdief op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020) *In de afgelopen jaren zijn geen visdieven waargenomen in de maand januari*

Zeekoet (A199)

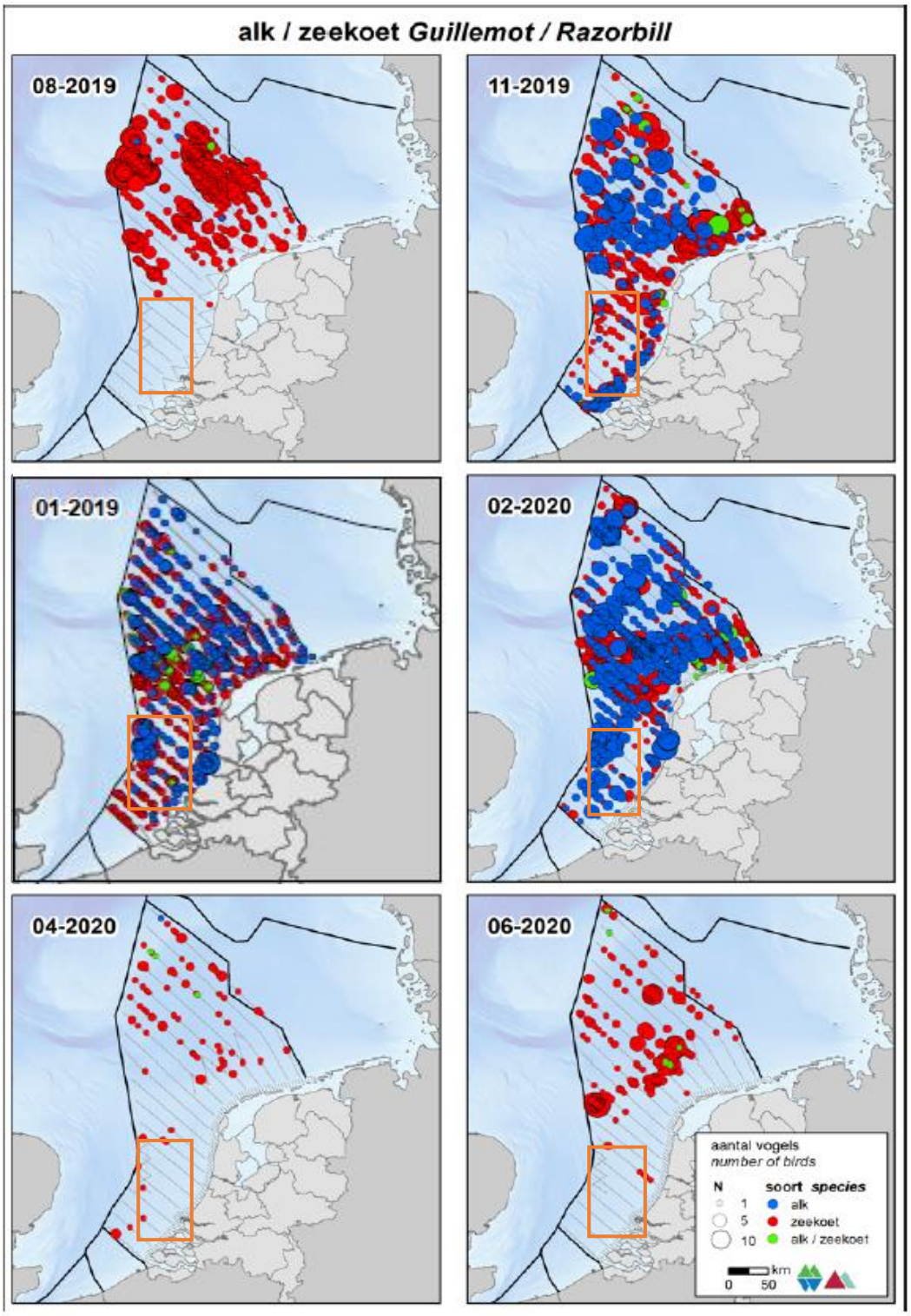
De zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In augustus verschijnt de zeekoet op de centrale Noordzee, wanneer de alk nog grotendeels afwezig is. De Zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over het hele Nederlands Continentaal plat voor (zie Figuur 96), daarmee ligt het ook binnen

het studiegebied. Op het NCP werden er in februari 2019 rond de 276.400 individuen geschat. Dichtheden dicht langs de Nederlandse kust zijn lager dan verder op zee. In november 2018 werd de zeekoet geschat op ongeveer 31.000 individuen in de kustzone (Fijn et al., 2019). Een beeld van de verspreiding hiervan is te vinden in Figuur 97. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

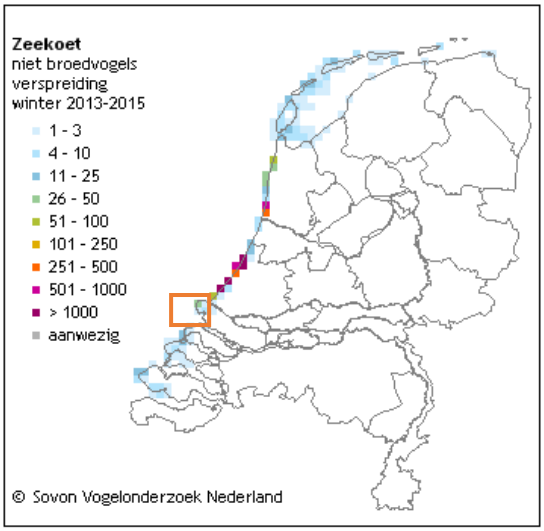
Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september op de Bruine Bank. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; St. John Glew et al., 2018) (zie Tabel 12, Figuur 98 & Figuur 99).

De populatie van Noord-Atlantische vogels bestaat uit verschillende deelpopulaties die op verschillende locaties broeden en overwinteren. Daarom is het moeilijk aan te geven wat als één biogeografische populatie wordt gezien. De Noordzeedeelpopulatie wordt geschat op 1.562.000 individuen (Ministerie van LNV, 2014b).

Zeekoeten jagen onder water naar voedsel, tussen gemiddeld 20 en 50 meter diepte, waarbij ze hun vleugels gebruiken voor de voorstuwing. Belangrijke prooisoorten zijn zandspiering en haringachtigen in de zomer en grondels, zeenaalden en kabeljauwachtigen in de winter. Zeekoeten worden door scheepsbewegingen verstoord. Vaak reageren ze op naderende schepen door te duiken of soms door weg te vliegen. Ook laten ze andere tekenen van stress zien. Samen duidt dit erop dat schepen het natuurlijk gedrag van zeekoeten verstoren. Het gevolg van deze verstoring is dat de tijd die nodig is om te eten en te rusten wordt gereduceerd, waardoor de vogels in conditie achteruit kunnen gaan (R. G. Jak et al., 2009).



Figuur 96 Verspreiding van de alk en zeekoet op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet een surveyvlucht gedaan is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soorten rond deze tijd (Fijn et al., 2019)



Figuur 97 Verspreiding van de zeekoet als niet broedvogel in de winters van 2013-2015. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (SOVON, 2021)

Alk (A200)

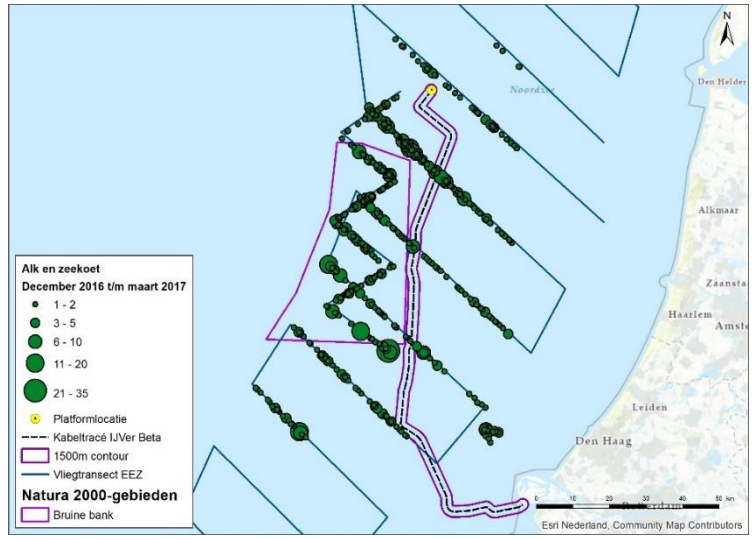
De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP (zie Figuur 96). Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en in de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee (Fijn et al., 2019). In november 2018 zijn de aantallen van de alk geschat op ongeveer 53.600 individuen op het NCP (Fijn et al., 2019).

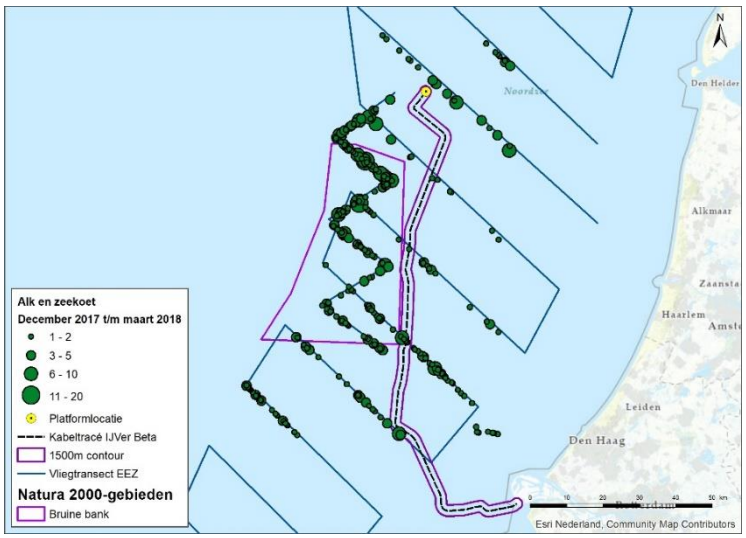
Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (R. van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart. Concentraties ruiende alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank, zie Tabel 12, Figuur 98 en Figuur 99 (Bemmelen et al., 2012). De verspreiding van deze soort ligt daarmee ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

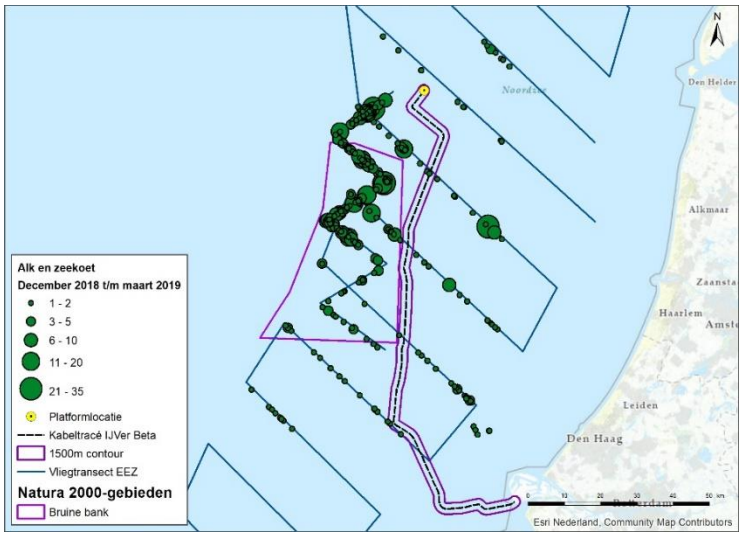
Tabel 12 Geschatte maximale dichtheid en maximale populatiegrootte van zeekoet en alk tijdens zes monitoringsvluchten in 2018-2019 op de Bruine Bank (Fijn et al., 2019).

** Dit aantal is exceptioneel hoog, doorgaans ligt het seizoensmaximum van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 10 tot 3 lager, namelijk tussen de 10.000 en 30.000 individuen (Fijn et al., 2020; Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Dit getal wordt als worst-case scenario aangehouden.*

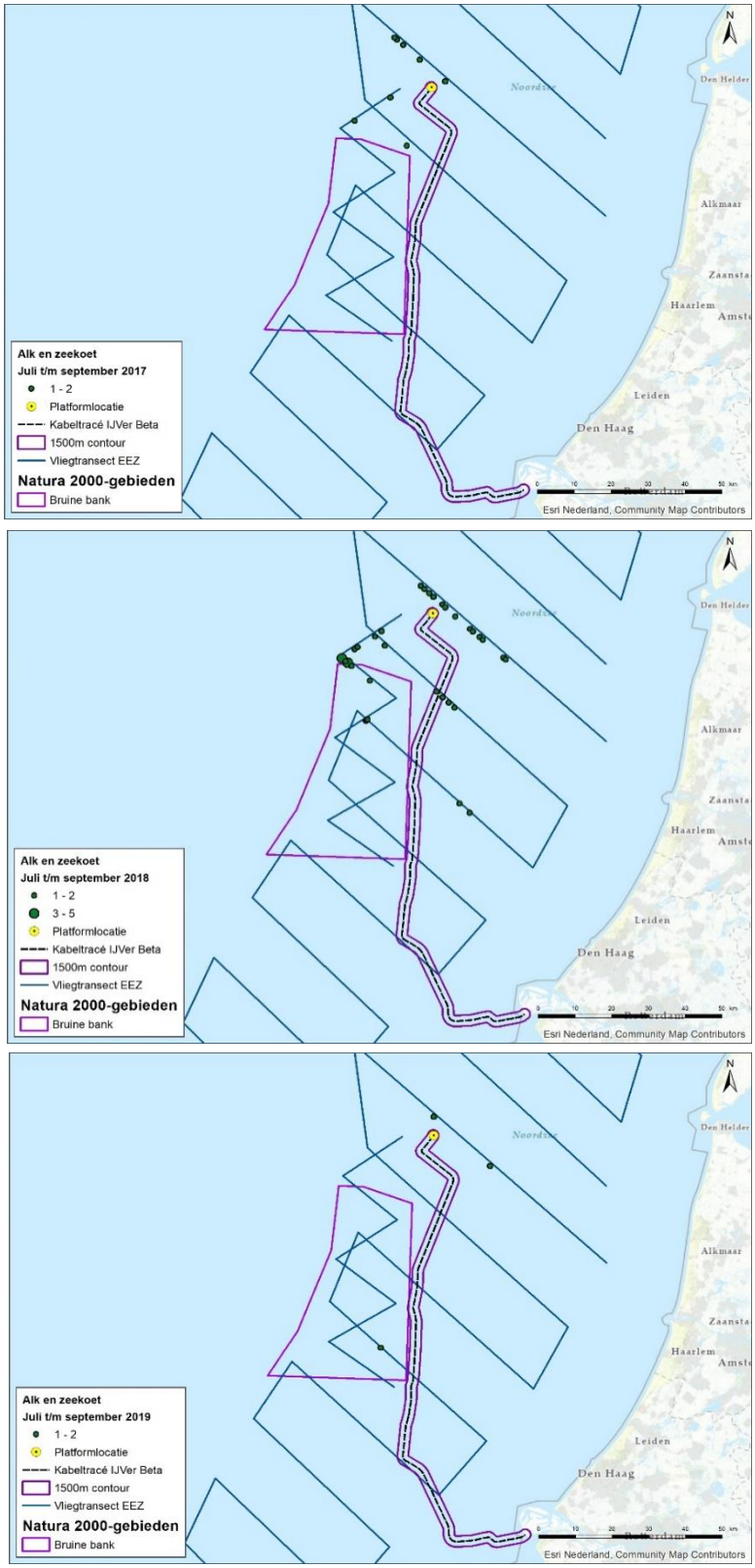
Telling	Zeekoet		Alk	
	Dichtheid (km²)	Populatie	Dichtheid (km²)	Populatie
Aug	0,765	988	0	0
Nov	0,982	1.268	0,891	1.152
Jan	10,858	14.029	2,854	3.687
Feb	78,982	102.042*	5,362	6.928
Apr	1,012	1.308	0	0
Jun	0,157	203	0	0







Figuur 98 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode december tot en met maart, voor de tellingen van 2016/2017, 2017/2018 en 2018/2019 (Fijn et al., 2019)



Figuur 99 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode juli tot en met september, voor de tellingen van 2017, 2018 en 2019 (Fijn et al., 2019)

6.6 Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving

In paragraaf 5.3 is per Natura 2000-gebied gekeken welke instandhoudingsdoelen mee moeten worden genomen in de effectbeoordeling. In de voorgaande paragrafen is in de gebiedsbeschrijving onder andere de verspreiding van de verschillende soorten en habitattypen verkend. Om mogelijk effecten te ondervinden moet de verspreiding van de soorten overlappen met de effectcontouren van de betreffende gevolgen van Net op zee IJmuiden Ver Beta. In onderstaande paragraaf wordt beoordeeld welke soorten om deze reden verder in de beoordeling meegenomen moeten worden. Instandhoudingsdoelen die in paragraaf 5.3 zijn gemarkeerd maar waarvan blijkt dat deze niet beïnvloed worden, zijn gemarkeerd in de tabel met een NB (Niet Beïnvloed).

6.6.1 Bruine Bank

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen habitattypen, habitatsoorten en niet-broedvogels en de gegeven verstoringscontouren (zie hoofdstukken 5 en 6), moeten alle instandhoudingsdoelen die in paragraaf 5.3 per gevolg geselecteerd zijn meegenomen worden in de toetsing (zie Tabel 13).

Tabel 13 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn gemarkeerd met een X. NB staat voor Niet Beinvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringscontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Verstoring geluid, beweging, licht
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	X		X
	A175	Grote Jager	X		X
	A177	Dwergmeeuw	X		X
	A187	Grote mantelmeeuw	X		X
	A199	Zeekoet	X		X
	A200	Alk	X		X

6.6.2 Voordelta

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen habitattypen, habitatsoorten en niet-broedvogels en de gegeven verstoringscontouren (zie hoofdstukken 5 en 6), zijn effecten van gevolgen op sommige instandhoudingsdoelen uitgesloten (zie ook “NB” in Tabel 14). Dit geldt voor de habitattypen H1110A Permanent overstroomde zandbanken, H1140A Slik- en zandplaten, H1310AB Zilte pionierbegroeiingen, H1320 Slijkgrasvelden, H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks), H2110 Embryonale duinen en H2120 Witte duinen. Voor de niet-broedvogels geldt dit voor A005 Fuut, A007 Kuifduiker en A034 lepelaar.

Tabel 14 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn gemarkeerd met een X of E (extern effect). NB staat voor Niet Beinvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringscontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Continu onderwatergeluid	Impuls -onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	NB	NB				NB	
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	X	X				X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	NB	NB				NB	
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X	NB				NB	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)						NB	
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)						NB	
	H1320	Slijkgrasvelden						NB	
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)						NB	
	H2110	Embryonale duinen						NB	
	H2120	Witte duinen						NB	
Habitatsoorten	H1095	Zeeprik	X		X	E			X
	H1099	Rivierprik	X		X	E			X
	H1102	Elft	X		X	E			X
	H1103	Fint	X		X	E			X
	H1351	Bruinvis			X	E			X
	H1364	Grijze zeehond			X	E	X		X
	H1365	Gewone zeehond			X	E	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker					X		
	A005	Fuut					NB		
	A007	Kuifduiker					NB		
	A017	Aalscholver					X		
	A034	Lepelaar					NB		
	A043	Grauwe gans					X		
	A048	Bergeend		X			X		
	A050	Smient					X		
	A051	Krakeend					X		
	A052	Wintertaling					X		
	A054	Pijlstaart					X		
	A056	Slobeend					X		
	A062	Toppereend		X			X		
	A063	Eidereend		X			X		
	A065	Zwarte zee-eend		X			X		
	A067	Brilduiker					X		

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Continu onderwatergeluid	Impuls -onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A069	Middelste zaagbek					X		
	A130	Scholekster		X			X	X	
	A132	Kluut		X			X	X	
	A137	Bontbekplevier		X			X	X	
	A141	Zilverplevier		X			X	X	
	A144	Drieteenstrandloper		X			X	X	
	A149	Bonte strandloper		X			X	X	
	A157	Rosse grutto		X			X	X	
	A160	Wulp		X			X	X	
	A162	Tureluur		X			X	X	
	A169	Steenloper		X			X	X	
	A177	Dwergmeeuw					X		
	A191	Grote Stern					X		
	A193	Visdief					X		

6.6.3 Voornes Duin

Gebaseerd op de verspreiding en doelen van de aangewezen habitattypen, habitatrichtlijnsoorten en (niet-)broedvogels is een nadere effectbeoordeling van de doelen van het Natura 2000-gebied Voornes Duin niet aan de orde (Tabel 15).

Tabel 15 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn gemarkeerd met een X. NB staat voor Niet Beinvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringscontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring.

Groep	Instandhoudingsdoelen		Geluid, licht, optiek
Habitatrichtlijnsoort	H1340	Noordse woelmuis	NB
Broedvogels	A008	Geoorde Fuut	NB
	A017	Aalscholver	NB
	A026	Kleine zilverreiger	NB
	A034	Lepelaar	NB

7 Effectbepaling

In dit hoofdstuk is per gevolg het effect op betrokken soorten of habitattypen bepaald. De toetsing van dit effect, aan de wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming, via de betreffende instandhoudingsdoelen volgt in hoofdstuk 9. In hoofdstuk 8 worden effecten in cumulatie met andere projecten meegenomen.

7.1 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling op), trekvissen (paragraaf 7.1.3), zichtjagende vogels (paragraaf 7.1.4) en filterfeeders (paragraaf 7.1.5) beschreven. Om dit te kunnen doen wordt eerst een nadere verdieping uiteengezet van de reikwijdte en over de gebruikte studie (paragraaf 7.1.1) en de achtergrondconcentraties (paragraaf 7.1.2).

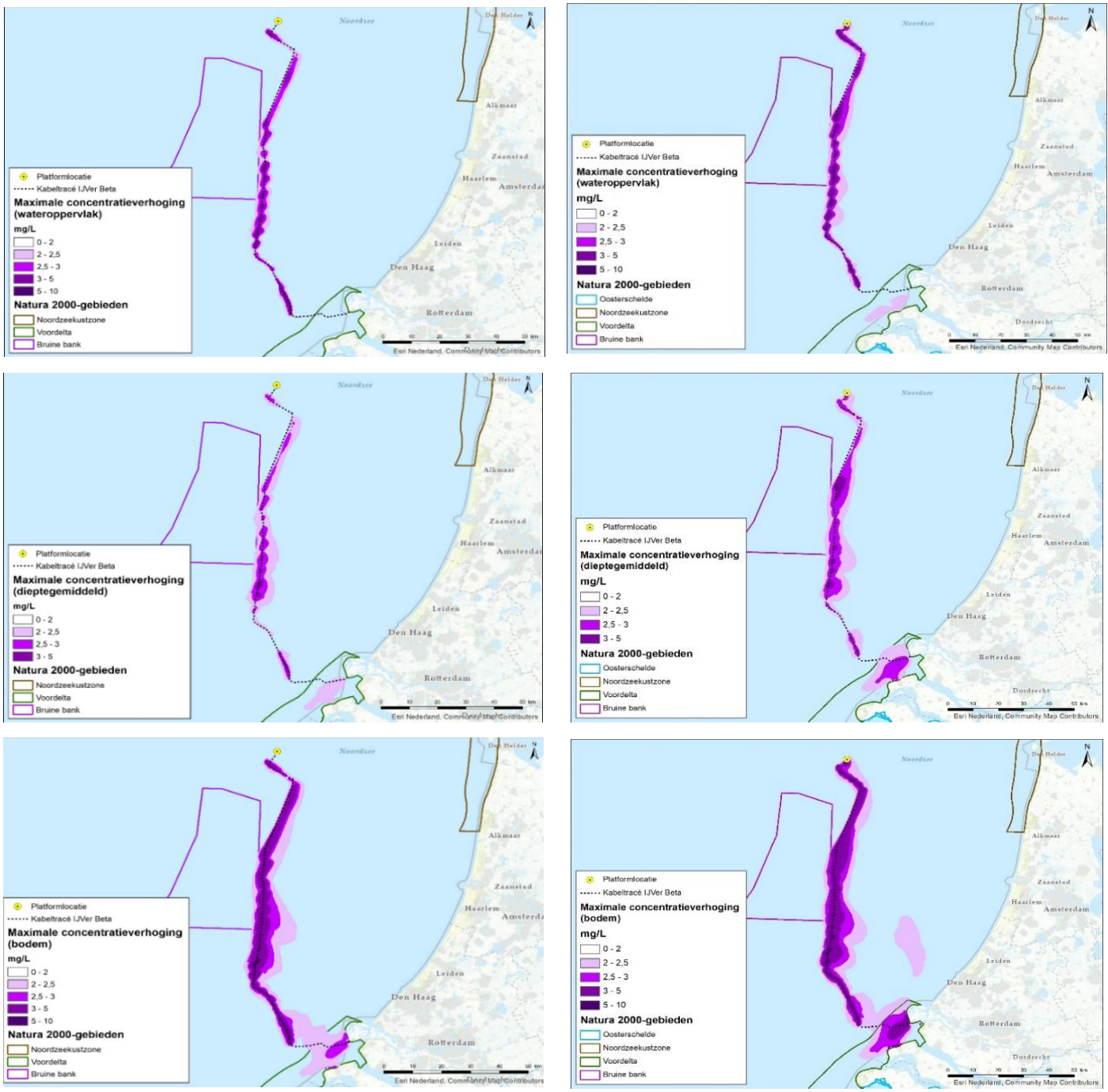
7.1.1 Modelstudie

Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de werkzaamheden voor de (1x4)- en (2x2)- kabelconfiguratie gesimuleerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de (voornamelijk bagger-) werkzaamheden. Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie beschrijft deze studies.

In de slibmodelleerstudie zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het VKA-tracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is er in het model is aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het platform op zee (noordwest) en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone van de Noordzee. Ten behoeve van een worst-case beoordeling voor vertroebeling (en sedimentatie) is de snelst mogelijke aanleg gemodelleerd. Dit veroorzaakt namelijk maximale vertroebelingsconcentraties (en sedimentatiesnelheden). De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid langer kunnen duren, dit zal altijd leiden tot lagere vertroebelingswaarden (en sedimentatiesnelheden) met minder grote effecten. Deze uitgangspunten voor de snelst mogelijke werkwijze zijn niet van toepassing op de beoordeling van bijvoorbeeld verstoring.

In deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns). Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen.

In Figuur 100 wordt het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven voor beide kabelconfiguraties.



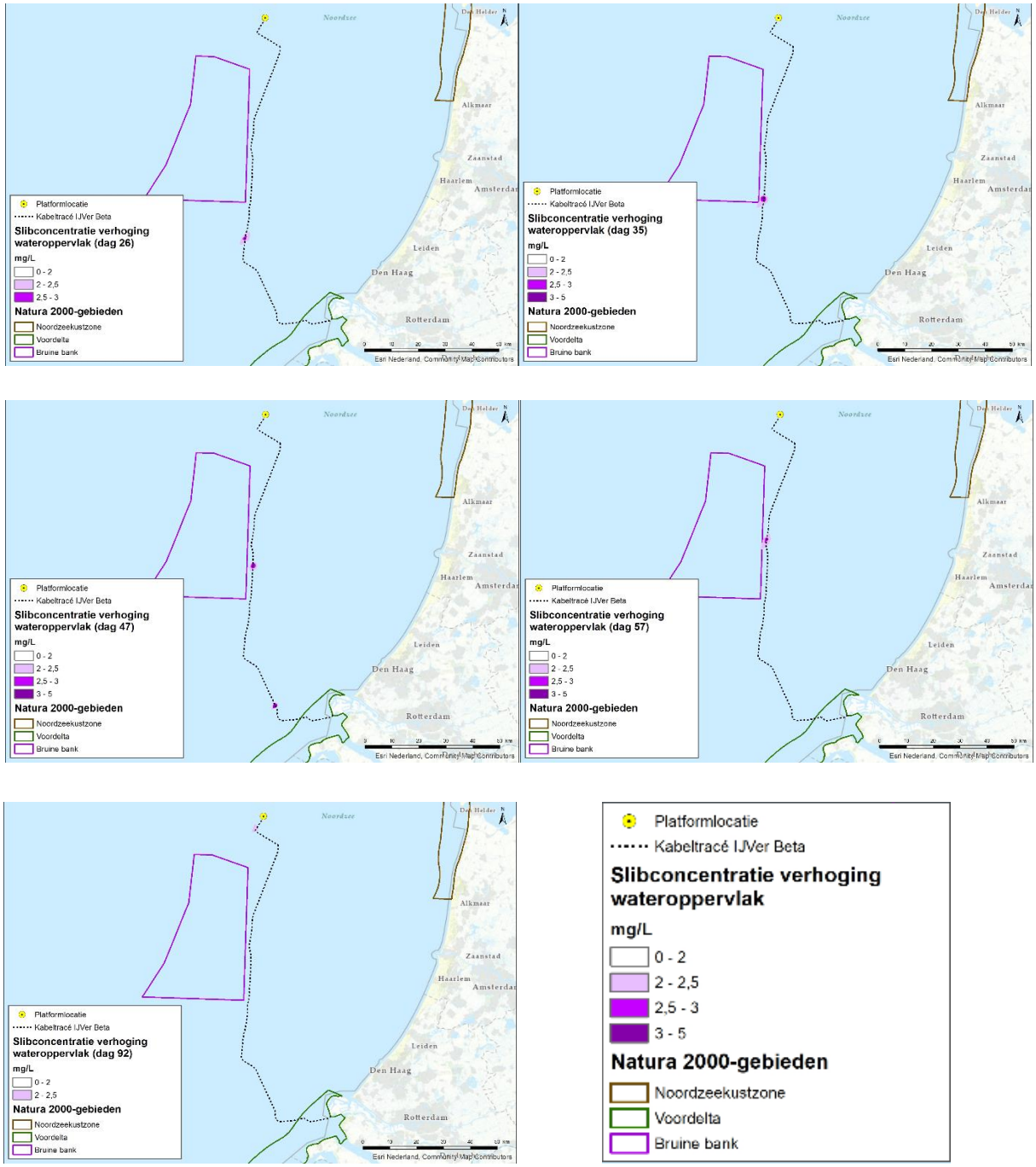
Figuur 100 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder) voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)

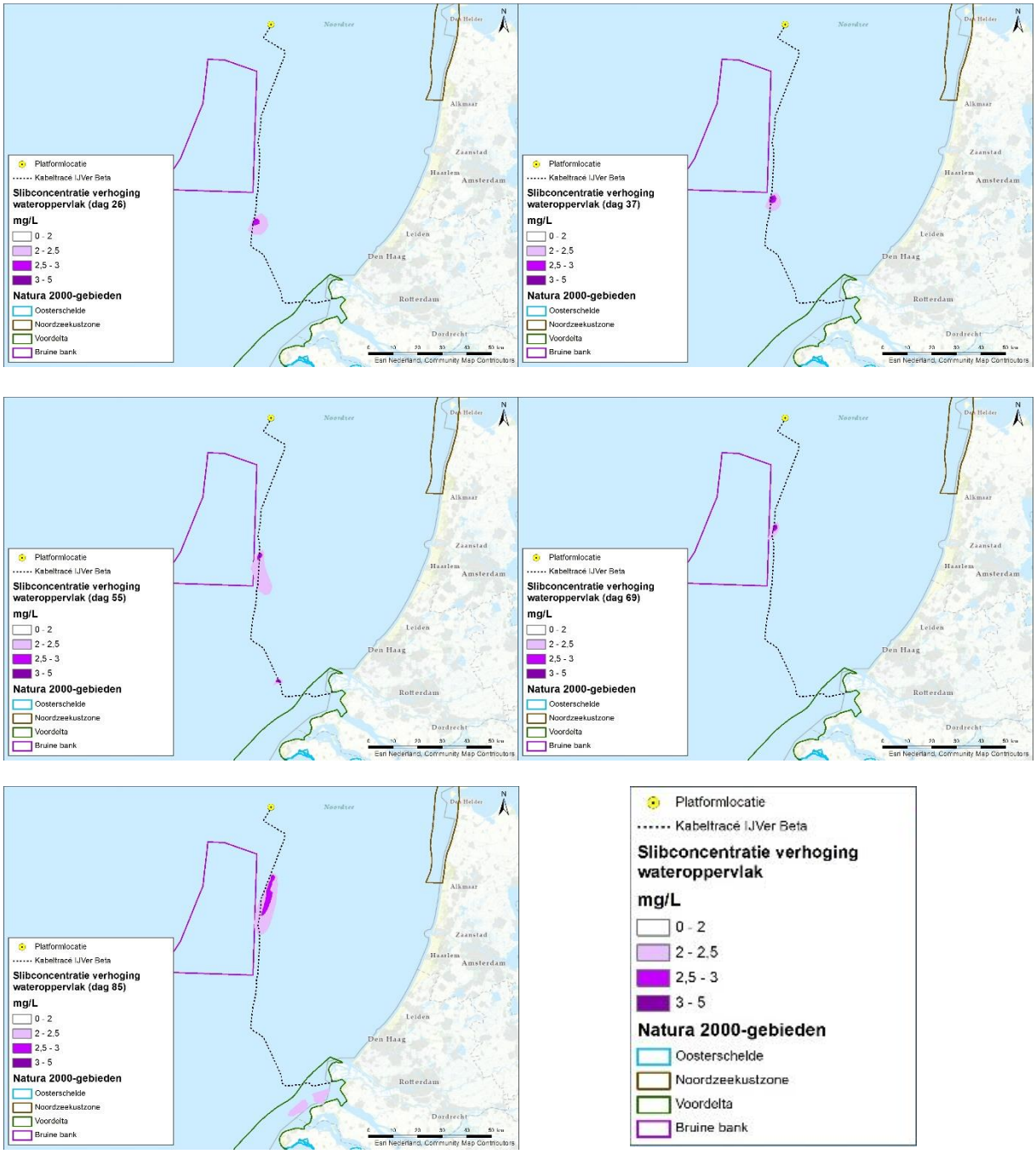
De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 100 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 101 en Figuur 102 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk, voor respectievelijk de (1x4)-kabelconfiguratie en de (2x2)-kabelconfiguratie. De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze 92 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling en sedimentatie wordt beschouwd. De dagen die in het onderstaande figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 57, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (92) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productie leiden en daarmee lagere vertroebeling. Op dag 57 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner zijn.

Uit deze figuren van beide kabelconfiguraties valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het VKA-tracé en neemt snelt af.
- De slibwolk die meebeweegt is bij de (2x2)-kabelconfiguratie groter dan die voor de (1x4)-kabelconfiguratie.
- Bij de (1x4)-kabelconfiguratie wordt de slibwolk met het grootste areaal veroorzaakt door de bagger en voorploeg werkzaamheden rondom de Bruine Bank (zie dag 35 Figuur 101). Hierbij beweegt de wolk zich door de stroming kustwaarts en van de Bruine Bank af. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie heeft de slibwolk op dag 85 de grootste omvang.
- Bij de (1x4)-kabelconfiguratie vindt op dag 57 de grootste overlap tussen de contouren van Natura 2000-gebied Bruine Bank en de slibwolk plaats. Ook op deze dag bevindt het grootste deel van de slibwolk zich buiten de Bruine Bank en beweegt de pluim zich naar het oosten. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie vindt de grootste overlap plaats op dag 55.
- De maximale daggemiddelde en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging is niet hoger dan 5 mg/l.



Figuur 101 Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte voor de (1x4)-kabelconfiguratie, van links naar rechts dag 26, 35, 47, 57, en 92.



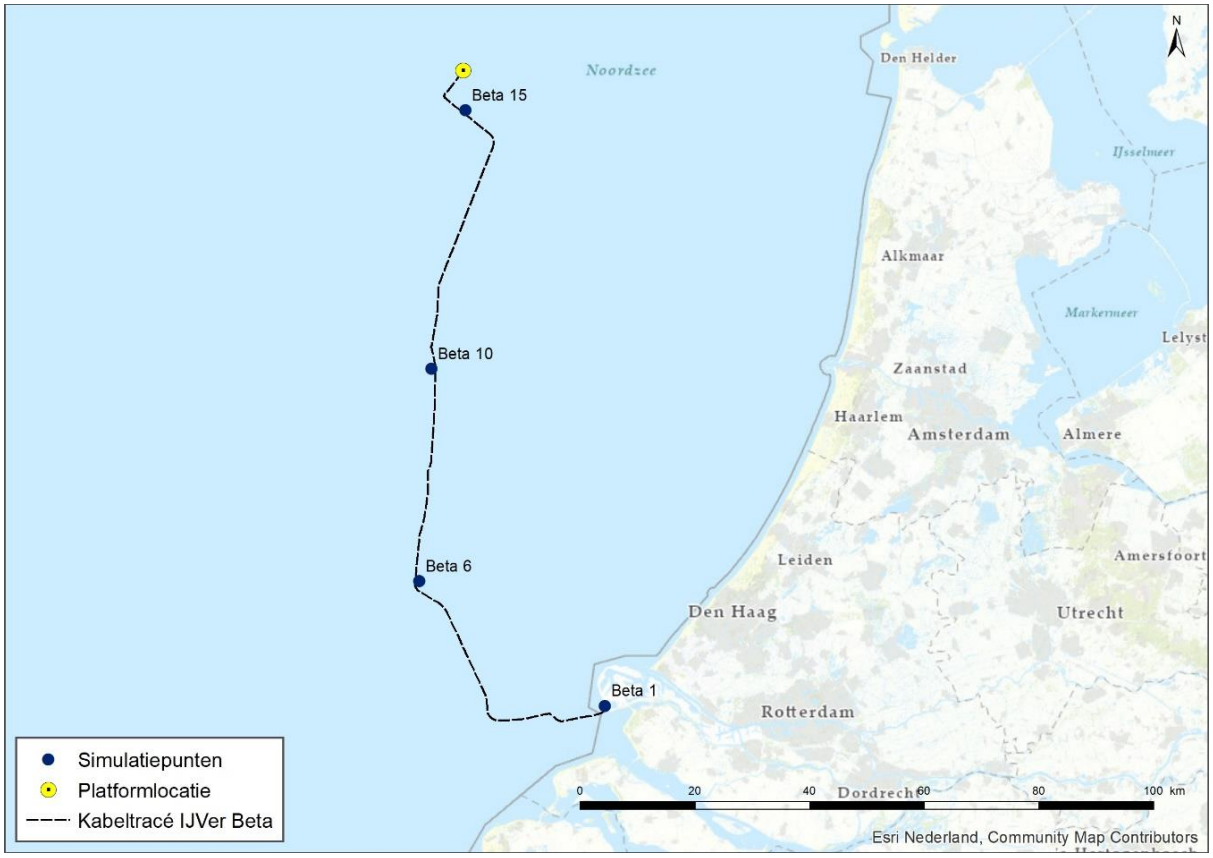
Figuur 102 Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte voor de (2x2)-kabelconfiguratie, van links naar rechts dag 26, 37, 55, 69, en 85

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdsperspectief)

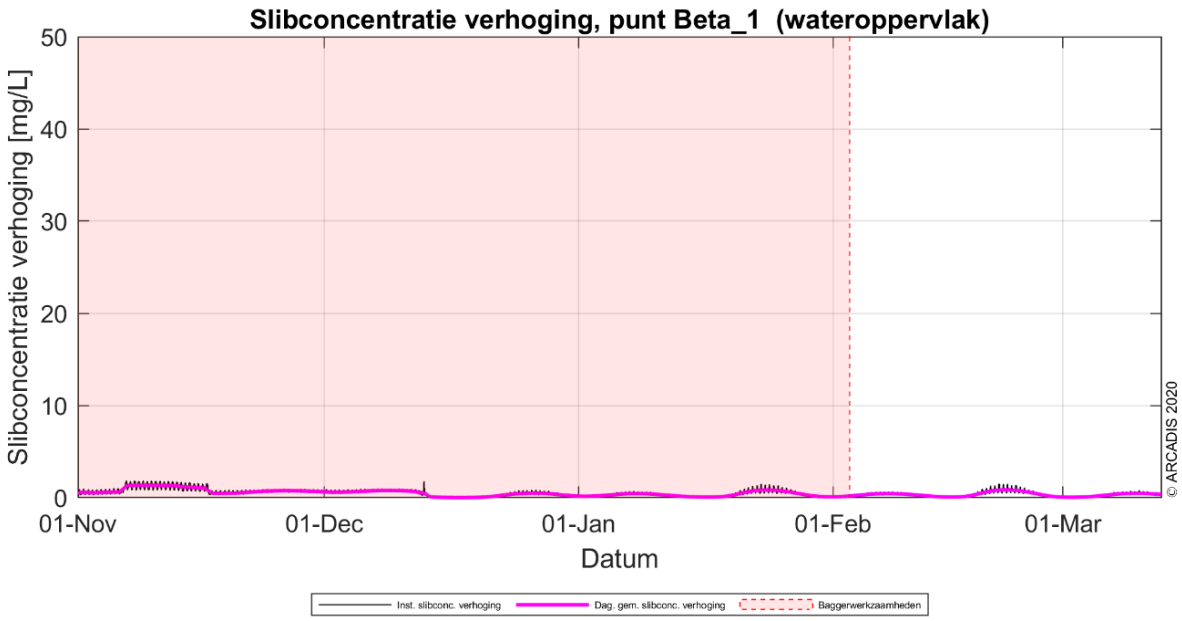
In de slibmodelleerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 103 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het VKA-tracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het VKA-tracé beschouwd.

In Figuur 104 tot en met Figuur 107 zijn de slibconcentraties aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten Beta 1, Beta 6, Beta 10 en Beta 15. De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven (92 dagen). Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven (in totaal 42 dagen).

De tekst en figuren in deze paragraaf zijn gebaseerd op de (1x4) configuratie. De (2x2) configuratie wijkt hier dermate weinig van af, en wijze waarop de concentratieverhoging werkt is dermate hetzelfde dat deze niet separaat weergegeven is.

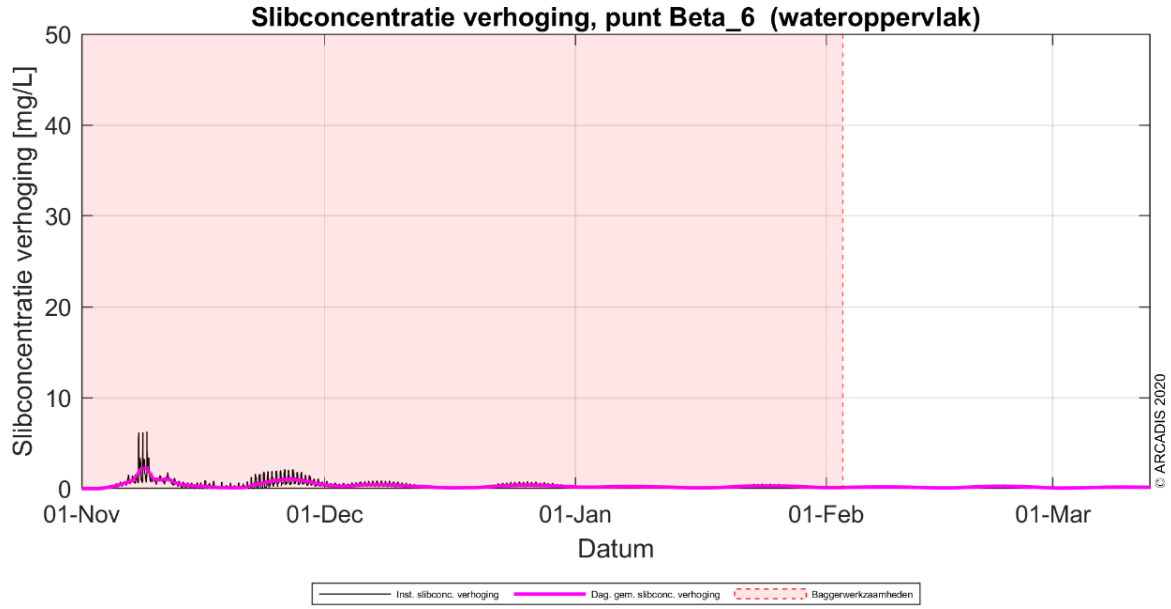


Figuur 103 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd



Figuur 104 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1, (1x4)-configuratie

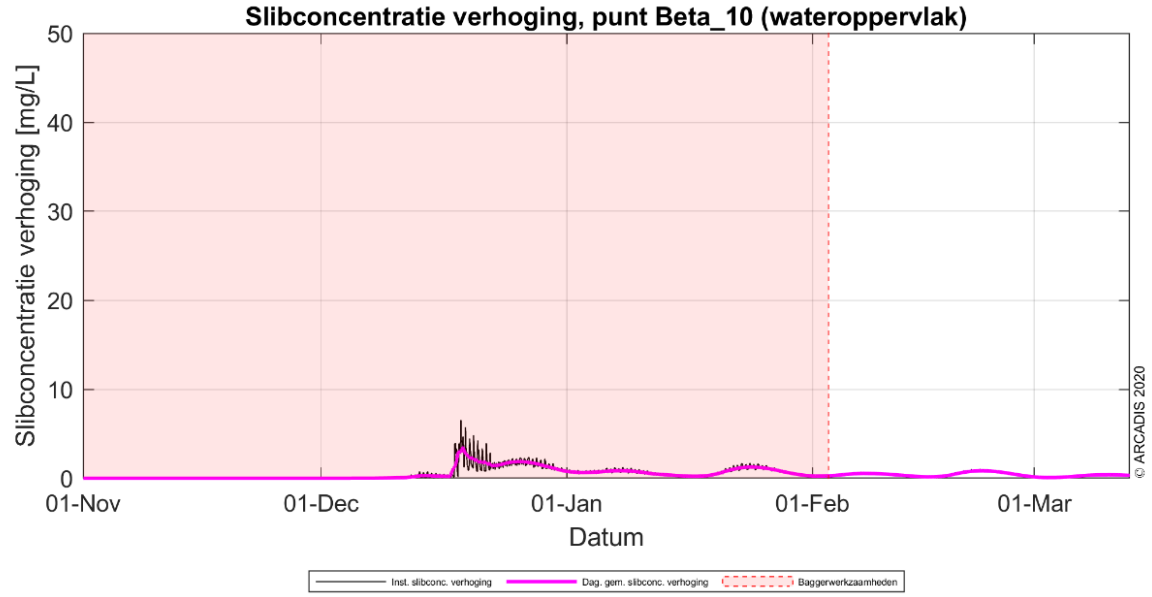
Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 104. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (eerste 6 weken), maar neemt toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze omgeving.



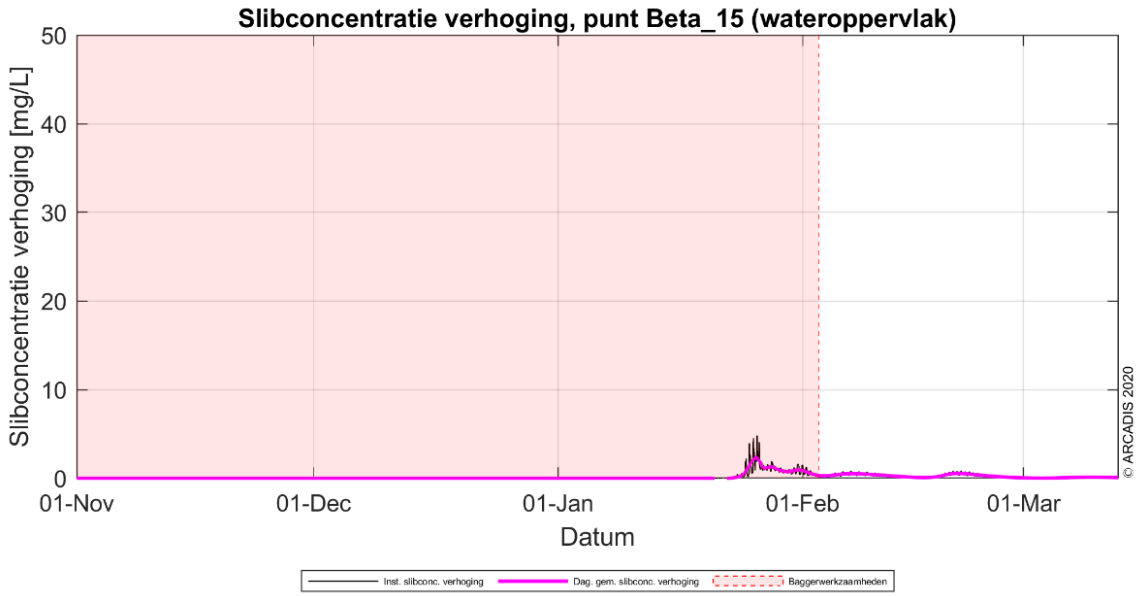
Figuur 105 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6, (1x4)-configuratie

Rond simulatiepunt 6 (ongeveer 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van minder dan 3 mg/l. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In is te zien

dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/l uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 0,5 mg/l.



Figuur 106 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 10, (1x4)-configuratie



Figuur 107 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 15, (1x4)-configuratie

Simulatiepunt 10 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 106. De werkzaamheden langs het VKA-tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot boven de 2 mg/l. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Ook noordelijker langs het VKA-tracé (nabij het platform) is hetzelfde patroon waar te nemen, waarbij tijdens het pre-sweepen van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie locatie Beta 15, Figuur 107). Vervolgens ligt de concentratie in korte tijd onder de 2 mg/l grens.

7.1.2 Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/l), kuststrook
Jaarlijks gemiddeld	20-30
Winter gemiddeld	30-100
Zomer gemiddeld	10-20
Gedurende kalm weer	5-10
Na stormperiode	30-100

In de wintermaanden zien we vrij consistent achtergrondconcentraties van 30 mg/l in de geulen tot 80-100 mg/l op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/l in de geulen en 30-50 mg/l op de platen.

Een verhoging van 2 mg/l door de baggerwerkzaamheden is een verhoging van ongeveer 10% van de jaargemiddelde slibconcentratie langs de Nederlandse kust, waar afhankelijk van de tijd van het jaar een natuurlijke variatie van 10 – 100 mg/l kan optreden.

7.1.3 Effecten op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn (rivierprik, zeeprik, elft en fint), zijn anadrome trekvissen. Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren optrekken om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvissen.

Migratie perioden

De zeeprik migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Bjerselius et al., 2000; Maitland, 1980) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeeprikken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

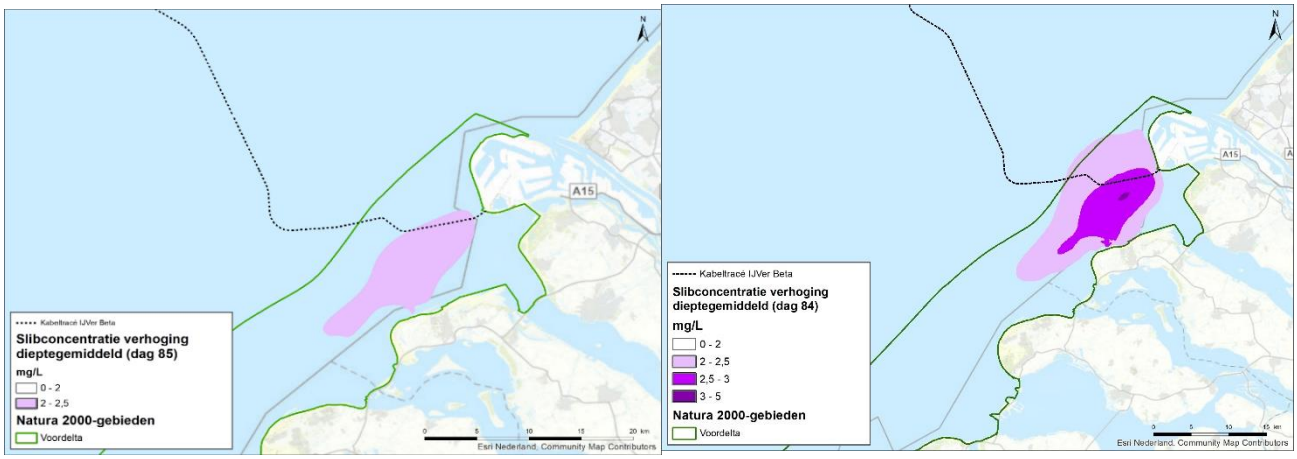
De rivierprik trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprik, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierprikken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleefd, begin winter terug naar zee (Kelly & King, 2001). Rond mei verzamelen volwassen paairijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland & Hatton-Ellis, 2003). De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (R. Jak & Tamis, 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Joachim Maes et al., 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014; Maitland & Hatton-Ellis, 2003). Tabel 17 vat de trekperiodes van de verschillende soorten samen. Aan de hand van deze stroomopwaartse migratieperioden is duidelijk op te maken dat de stroomopwaartse migratie, en dus gevoelige periode, van winter tot en met midden zomer duurt. Enkel eind zomer rond augustus/september is er geen sprake van stroomopwaartse migratie.

Tabel 17 Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (groen) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen

Soort	JAN		FEB		MAA		APR		MEI		JUN		JUL		AUG		SEP		OKT		NOV		DEC	
Zeeprik																								
Rivierprik																								
Fint																								

Grootste vertroebeling

In Figuur 108 is de situatie van de vertroebeling op dag 85 te zien, dit is de dag waarop de dieptegemiddelde slibwolk het grootst is in de Voordelta. Het figuur laat zien dat er sprake is van vertroebeling langs de kust waarbij de slibwolk de monding van het Haringvliet zo goed als afsluit. De wolk dunt echter snel uit en na drie dagen is de slibwolk in zijn geheel verdwenen. Er is hier dus maar voor een zeer korte periode sprake van ‘blokkade’ van het Haringvliet. De maximale slibconcentratieverhogingen van deze wolk komen niet hoger dan 2,5 mg/l voor de (1x4)-kabelconfiguratie en 5 mg/L voor de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 108). Om te kunnen kwantificeren of er sprake is van een effect is het noodzakelijk om uiteen te zetten hoe trekvissen omgaan met dergelijke slibconcentratieverhogingen. Dit wordt nader uitgelegd in de onderstaande paragraaf.



Figuur 108 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 85, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in de Voordelta voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts).

Respons van vissen op vertroebeling

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Effecten op vis door vertroebeling kunnen optreden door het vangstsucces te beperken bij zichtjagende vissen maar potentieel ook door migratie succes te beperken wanneer de migratie op zicht plaatsvindt.

Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al hoge maten van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Parsley et al., (2011) beschrijft bijvoorbeeld hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect worden gevonden. Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (S. J. de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van

bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt.

Er zullen, zowel bij de (1x4) als bij de (2x2) configuratie, geen significante negatieve effecten optreden van de geringe verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten rivierprik en zeeprik. Deze benthische soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Joachim Maes & Ollevier, 2005). Parsley et al., (2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (Joachim Maes & Ollevier, 2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde een verwaarloosbaar klein effect heeft op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal er geen significant negatief effect zijn op deze soort.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen significant negatieve effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Alle soorten trekvissen die langs de Tweede Maasvlakte trekken zijn tevens in zekere zin vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag is. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of -afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvissen migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Uit de bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is gedurende de migratie langs de Tweede Maasvlakte. Op de dag dat de slibwolk het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel de grootste barrièrewerking (dag 85) komt het concentratieverhoging daggemiddelde niet boven de 2,5 mg/l voor de (1x4)-kabelconfiguratie en niet boven de 5 mg/l voor de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 108). In verhouding tot een jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 – 30 mg/L, met uitschieters tot 100 mg/L na een stormperiode (zie Tabel 16), betreft dit een marginale verhoging. Gezien de worst-case concentratieverhoging van 5 mg/L voor soorten als rivierprik, zeeprik en fint niet merkbaar boven de achtergrondconcentraties zal uitstijgen en deze soorten daarnaast tijdens de migratie niet afhankelijk zijn van goed zicht in de waterkolom kunnen negatieve effecten van vertroebeling op trekvissen bij beide kabelconfiguraties worden uitgesloten. Instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden om deze reden bij beide kabelconfiguraties niet negatief beïnvloed.

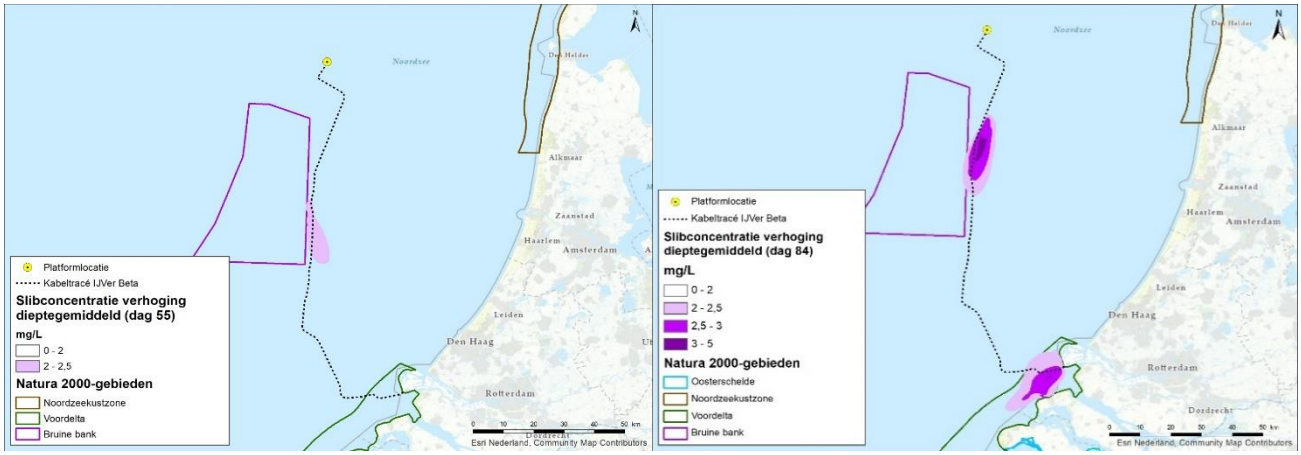
7.1.4 Effecten op zichtjagende vogels

Aan de hand van Figuur 27 kunnen voor de (1x4)-kabelconfiguratie effecten op zichtjagende nestgebonden broedvogels worden uitgesloten in de Voordelta. Deze vogels, zoals de meeste sterns, hebben slechts een kleine uitvliegradius. De grote stern heeft een uitvliegradius van 40 kilometer, en heeft zodoende ruim voldoende alternatief foerageerareaal beschikbaar waar geen vertroebeling optreedt (zie Figuur 27). Deze soorten worden beïnvloed door vertroebeling aan het oppervlak. Aangezien de vertroebeling voor de (1x4)-kabelconfiguratie niet tot aan de kustzone (<10km van de kust) komt wordt de Voordelta niet meegenomen in de beoordeling. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie reikt de slibwolk aan het oppervlak wel tot aan de kustzone en in de Voordelta (zie Figuur 27). De slibconcentratie aan het oppervlak komt niet boven de 2,5 mg/l en zal binnen enkele dagen weer dalen tot onder de 2,0 mg/l.

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het kabeltracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van het slib ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. De dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk die worden aangewezen voor de Bruine Bank zijn allen zichtjagende vogels en komen in het studiegebied voor (zie paragraaf 5.3.1). Deze vogels foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht. Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte de relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele VKA-tracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit. Binnen een periode van enkele dagen tot een week daalt de slibconcentratie voor beide kabelconfiguraties tot onder de 2 mg/l. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden. Voor oppervlakte jagende vogels geldt dat bij de (1x4)-kabelconfiguratie de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 35, circa 1.250 hectare is, zie Figuur 101. Dit is <1 % van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. De maximale concentratie van de slibwolk, direct langs het VKA-tracé, is niet hoger dan 4,9 mg/l (daggemiddelde). Bij de (2x2)-kabelconfiguratie neemt op dag 84 de slibwolk aan het wateroppervlak toe tot 13.375 hectare (10,5% van het totaaloppervlak van de Bruine Bank).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet komen de dag en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging bij beide kabelconfiguraties niet boven de 3,6 mg/l (daggemiddelde). De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor de duikende vogels geldt dat voor de (1x4)-kabelconfiguratie de maximale grootte van de slibwolk in de waterkolom op dag 55, circa 9.500 hectare is, zie Figuur 109. Dit is ongeveer 7% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. Voor de (2x2)-kabelconfiguratie zal de maximale grootte van de slibwolk in de waterkolom op dag 84, circa 18.530 hectare zijn, dit is ongeveer 13,6% van het totaaloppervlakte van de Bruine Bank. Binnen een periode van enkele dagen tot maximaal een week daalt ook deze slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/l.



Figuur 109 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 55 (1x4)-kabelconfiguratie (links) en dag 84 (2x2)-kabelconfiguratie (rechts), de dagen met de grootste toename van slib in de waterkolom rond de Bruine Bank

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze voor beide kabelconfiguraties niet langer dan enkele dagen tot een week op een specifieke locatie boven de 2 mg/l is. Er zijn hierbij voldoende alternatieve foerageergebieden beschikbaar voor zichtjagende vogels. Bovendien beweegt de slibwolk zich mee met de werkzaamheden langs het VKA-tracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het VKA-tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het VKA-tracé af dunt de slibwolk al snel uit. Significant negatieve effecten op het jachtsucces van zichtjagende vogels zijn hiermee voor beide kabelconfiguraties uitgesloten. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Bruine Bank en Voordelta worden om deze reden niet negatief beïnvloed.

7.1.5 Effect op bodemdieren (filterfeeders)

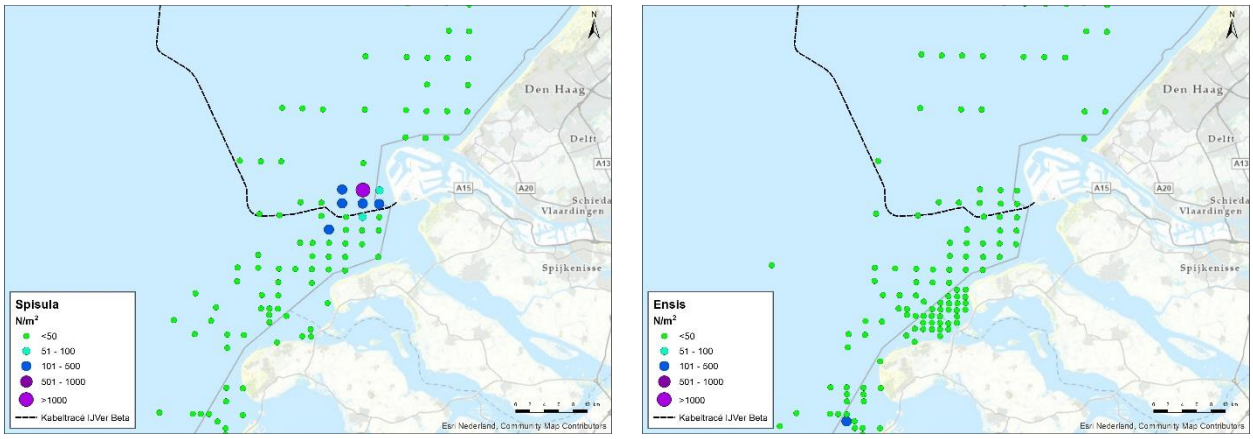
Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden doordat ze op de bodem leven blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties. Bij een experiment op mesheften bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/l gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerde van 20 mg/l tot 200 mg/l bij rustig tot ruiger weer. Ongeveer 20% van het jaar werden concentraties gemeten die boven in de 200 mg/l uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat door de, veelal, sessiele levensstijl van deze soorten, ze in staat zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de mesheft (*Ensis directus)* liet een verminderd filtervermogen zien bij slibconcentraties hoger dan 200 mg/l (Witbaard & Kamermans, 2010).

Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten, totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). De conclusie is wel dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkelpopulatie.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via deposit feeding, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Zij kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).
Schelpdieren worden in de Nederlandse kustwateren jaarlijks gemonitord. Er zijn langs de gehele kust 893 locaties bemonsterd in het voorjaar van 2019, 1 april tot en met 17 juni, (Perdon et al., 2019).

Figuur 110 laat zien dat het VKA-tracé door een gebied aan de kust gaat waar relatief grote aantallen halfgeknotte strandschelpen *(Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) worden gevonden. Ook andere schelpdieren mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*), otterschelpen (*Lutraria lutraria*), of zaagjes (*Donax vittatus*) worden in wisselende mate langs het VKA-tracé gevonden (Perdon et al., 2019). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen.



Figuur 110 Spisulabanken (links) en Ensis banken (rechts) in het kust gebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor Ensis en groter dan >18 mm voor Spisula

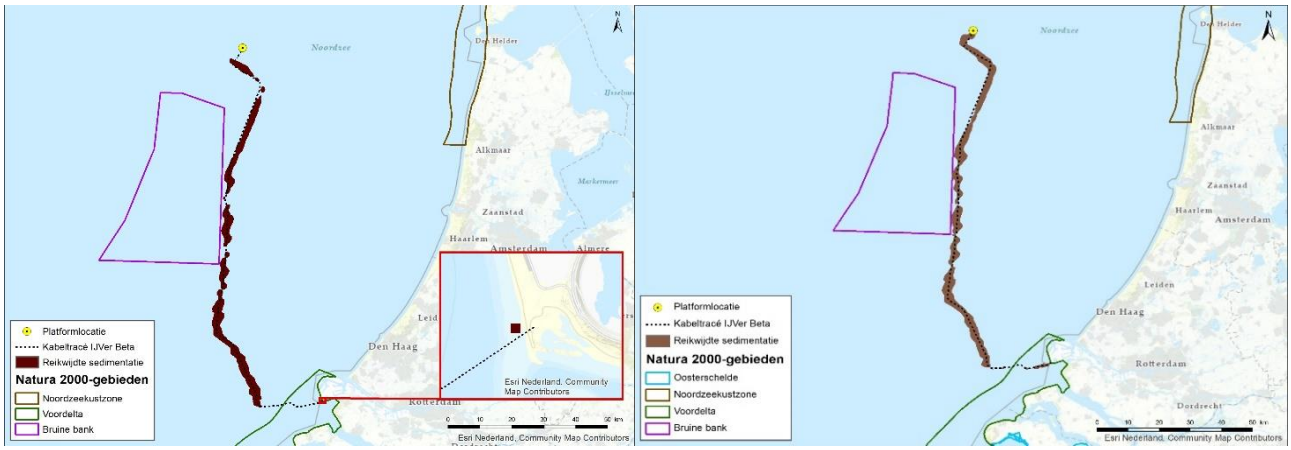
Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 10 mg/l en na een periode van dagen tot enkele weken neemt deze slibconcentratieverhoging voor beide kabelconfiguraties weer af tot het achtergrondniveau, zie Figuur 100 voor ruimtelijke verspreiding van de slibwolk op de bodem. Deze concentratieverhoging is een fractie (5%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen lieten zien.

Concluderend zal de verhoging van de slibconcentraties lokaal en tijdelijk van aard zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Indirecte effecten op vogelsoorten door voedseltekort zijn hiermee ook

uitgesloten. Hierdoor zal bij beide kabelconfiguraties geen negatief effect op instandhoudingsdoelen van aangewezen benthos-etende vogels, zoals de zwarte zee-eend, in Natura 2000-gebied Voordelta optreden.

7.2 Sedimentatie

Als gevolg van het ingraven van de kabel vindt er vooral sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag plaats rondom de aan te leggen zeekabels zelf. Figuur 111 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatiesnelheden van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreden tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* tolereert (Bijkerk, 1988). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppige als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden aan sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort. Om de effecten van sedimentatie te toetsen wordt de maximale sedimentatie snelheid aangehouden die de meest gevoelige soort tolereert, dit is 1 cm per maand (0,33 mm/dag).



Figuur 111 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mm/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden ten opzichte van de Natura 2000-gebieden, voor de (1x4)-configuratie (links, en (2x2)- rechts.

Volgens de modelberekeningen vindt sedimentatie plaats tot op 250m van de begrenzing van Natura 2000-gebied Bruine bank. Binnen het Natura 2000-gebied treedt geen sedimentatie op.

In de Voordelta treedt bij de (1x4)-kabelconfiguratie sedimentatie met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag alleen op in een gebied van 1 hectare zeer dicht op de kustlijn (zie Figuur 111). Bij de (2x2)-kabelconfiguratie treedt er in de Voordelta sedimentatie op in een gebied van 595 ha. Dit areaal is van ecologisch lage waarde. Het is gelegen in een hoog dynamisch gebied, onder invloed van de branding.

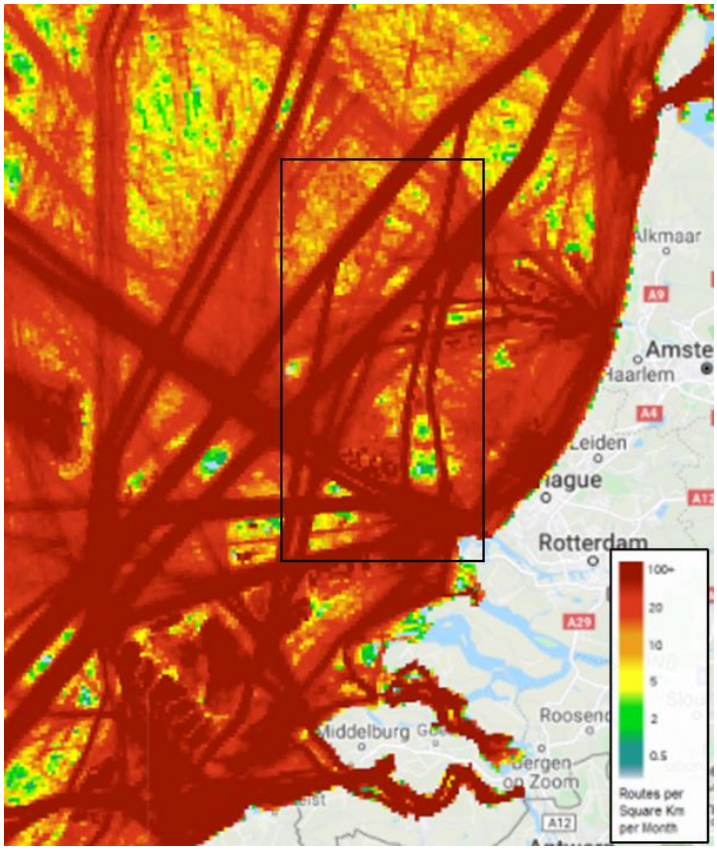
Het habitat zal binnen afzienbare tijd herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer

et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Concluderend zullen geen significant negatieve effecten optreden als gevolg van sedimentatie. Eventuele doorwerkende effecten op instandhoudingsdoelen van aangewezen benthos-etende vogels, zoals de zwarte zee-eend, in Natura 2000-gebied Voordelta zijn hiermee voor beide kabelconfiguraties uitgesloten.

7.3 Verstoring door continu onderwatergeluid

Er is sprake van verstoring door continu onderwatergeluid in de Voordelta. Deze verstoring is tijdelijk van aard en treedt niet over het hele VKA-tracé tegelijk op, maar alleen ter plaatse van de werkzaamheden. In het geval van de (2x2)-kabelconfiguratie zal er een extra boot meevaren, maar het verstoorde areaal blijft hetzelfde als bij de (1x4)-kabelconfiguratie. In onderstaande paragrafen geldt het effect van verstoring door continu onderwatergeluid voor beide kabelconfiguraties.

De verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepsvaartintensiteit is op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 112. Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. De werkzaamheden zullen slechts een beperkt aantal schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende wordt het oppervlakte verstoord gebied, en de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot. Omdat de verstoring tijdelijk van aard is, is de aanwezige geluidsbarrière onderbroken. Hierdoor zullen door de Voordelta migrerende zeezoogdieren of trekvissen geen barrière ondervinden van het continue onderwatergeluid.



Figuur 112 Aanwezige scheepsvaartintensiteit op het NCP in 2020 (via https://www.emodnet-humanactivities.eu). Het zwarte kader geeft het globale studiegebied weer. Een donkerrode kleur geeft aan dat er >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per maand op de desbetreffende km² worden gevaren.

In de Voordelta is het gebied dat verstoord wordt door continu onderwatergeluid ca. 13.000 ha (circa 16% van het totaaloppervlak), uitgaande van de verstoringscontouren als genoemd in paragraaf 4.4. Bestaande vaarwegen zorgen in de Voordelta al voor een grote hoeveelheid onderwaterverstoring. Zodoende is het daadwerkelijk additioneel verstoorde oppervlak minimaal. Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent threshold shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar.

Het onderwatergeluid van continue aard dat vrijkomt tijdens de tijdelijke werkzaamheden zorgt niet voor een wezenlijk verlies in omvang en/of kwaliteit van het leefgebied binnen de Voordelta ten opzichte van de huidige situatie. Er worden immers slechts enkele schepen toegevoegd aan de bestaande vaarwegen waar reeds verstoring door continu geluid plaatsvindt. De instandhoudingsdoelen voor de habitatrichtlijnsoorten rivier- en zeeprik, fint, grijze en gewone zeehond en bruinvis voor Natura 2000-gebied Voordelta met betrekking tot het leefgebied worden zodoende niet wezenlijk negatief beïnvloed. Hiermee kan het ontstaan van negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen voor de populaties in het gebied voor beide kabelconfiguraties worden uitgesloten.

7.4 Verstoring door impuls-onderwatergeluid

7.4.1 Leeswijzer

Zoals toegelicht in paragraaf 3.2.4 wordt de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen en de tweede ronde aan geofysische surveys beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op zeehonden (paragraaf 7.4.4), bruinvissen (paragraaf 7.4.5) en trekvissen (paragraaf 7.4.6) behandeld. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie (paragraaf 7.4.2). De berekende verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen staan in paragraaf 4.5. In paragraaf 7.4.5 is ook een detailberekening voor de surveydagen gemaakt. Ook geldt voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt besproken in paragraaf 7.4.3.

7.4.2 Modelstudie en drempelwaarden

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met Aquarius 4.0 gemaakt (Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid). Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Verder wordt uitgegaan van een paaldiameter van 2,5 meter. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (De jong et al., 2019).

7.4.3 Geluidsnormen

De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Beta is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 µPa2s (op 750 m) voor de platforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heilocatie is een maximumwaarde van ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 μPa^2s, bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2.000 kJ. Volgens deze berekeningen is de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 1 dB lager dan de afgeleide grenswaarde uit het KEC. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben. Het risico van een overschrijding van de geluidsnorm kan daarom niet worden uitgesloten.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen hoger is dan de grenswaarde. Deze overschrijding moet gemitigeerd worden. Dit is te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (de Jong & Binnerts, 2020). Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Omdat de overschrijding van de geluidsnorm op de rand van de geschatte modeloverschrijding zit, kan wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is.

7.4.4 Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden

Effectbeoordeling
Bij het heien dienen een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde

gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (de Jong & Binnerts, 2018). Aan deze maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Door de hei-werkzaamheden is een areaal van 185 km^2 tijdelijk niet beschikbaar als leef- en foerageergebied. Het platform bestaat worst-case uit 16 palen. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case). De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Het gebied is daarom tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen kan dit areaal nog kleiner worden. Daarnaast worden nog surveys uitgevoerd. Zoals toegelicht in paragraaf 4.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys. In de berekening is uitgegaan van een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km^2. De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dag van 2,01 km^2 met een verstoringsoppervlak van 24 km^2 per dag. Mogelijke mitigerende maatregelen, zoals een slow start en een ADD, kunnen ook deze verstoringsoppervlakte verminderen.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (zie Figuur 53). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Conclusie
Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Zodoende zal er geen populatiereductie optreden. Negatieve effecten als gevolg van externe werking op instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze en/of gewone zeehond van omliggende Natura 2000-gebieden, zoals de Voordelta, kunnen daarmee worden uitgesloten.

7.4.5 Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls-onderwatergeluid door heiactiviteiten

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (de Jong & Binnerts, 2018).

Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden (omdat deze dieren gevoeliger zijn) en zwemmen langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest, kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (TTS en PTS) en een dodelijk effect op dieren niet uitgesloten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend hoeveel bruinvisverstoringsdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. De uitgangspunten die in het KEC gebruikt worden voor platform en Net op zee IJmuiden Ver Beta staan in Tabel 18. In het KEC wordt voor deze berekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC-aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen.

Als er binnen het aantal bruinvisverstoringsdagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC.

Tabel 18 ID 56 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Aannames voor platform IJmuiden Ver Beta in de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019)

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Toegewezen bruinvis-verstoringsdagen
56	IJV Beta Platform	2027	-	18	168	16.002

Bij de aanvraag voor ontheffing voor de eerste ronde geofysische surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn echter bruinvisverstoringsdagen van het platform gebruikt om een tekort aan in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen[3] voor de surveys op te vangen(Schiedon & Jans, 2021). Hierbij zijn bruinvisverstoringsdagen gebruikt van de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Per platform zijn er zodoende 109 bruinvisverstoringsdagen[4] van het platform reeds gebruikt. Als dit in mindering wordt gebracht op het toegewezen aantal bruinvisverstoringsdagen voor platform IJmuiden Ver Beta blijven er 15.893 dagen over.

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend. Hierbij zijn actuelere uitgangspunten gebruikt voor de

[3] Voor de eerste surveys waren 1.636 bruinvisverstoringsdagen nodig, versus 1.311 in het KEC beschikbaar
[4] 1.636 (voor surveys benodigde bruinvisverstoringsdagen) -1.311 (voor surveys beschikbare dagen) = 325 / 3 (het totale aantal platforms) = 109 bruinvisverstoringsdagen voor eerste ronde surveys per platform.

bouw van het platform, dan de uitgangspunten gebruikt in het KEC die staan in bovenstaande tabel. Zodoende wordt in deze berekeningen uitgegaan van 16 in plaats van 18 palen.

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 961 km^2. Volgens het meest recente KEC, is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het studiegebied maximaal 0,721/km^2 in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km^2 in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km^2 in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er worst-case 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringsdagen daarmee respectievelijk op:

- 11.086 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (16 * 961 * 0,721).
- 10.732 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (16 * 961 * 0,698).
- 6.826 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (16 * 961 * 0,444).

Dit is geen overschrijding van het toegewezen aantal bruinvisverstoringsdagen voor het heien van platform IJmuiden Ver Beta (16.002 bruinvisverstoringsdagen). Tevens is er geen overschrijding van het toegewezen aantal dagen wanneer de survey dagen die al gebruikt zijn hiervan afgetrokken worden (maximaal 11.086 dagen benodigd t.o.v. 15.893 dagen beschikbaar).

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Zoals toegelicht in paragraaf 4.5 worden voor de realisatie van de kabelverbinding meerdere geofysische surveys uitgevoerd. De tweede ronde surveys worden beoordeeld in deze toets, en bestaat uit detail geofysische studies voor kabel en platform, UXO surveys en post lay survey voor de kabel. Voor de eerste ronde heeft TenneT een separaat traject doorlopen. Om te bepalen of het uitvoeren van deze eerste ronde (“globale”) surveys van het VKA-tracé binnen het toegewezen aantal dagen (zie Tabel 19) blijft, zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend in een notitie van ATKB (Schiedon & Jans, 2021). Het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen in het KEC is gebaseerd op een scenario met drie kabels voor Net op zee IJmuiden Ver (zie Tabel 19). De toegewezen bruinvisverstoringsdagen moeten voor deze drie kabeltracés gezamenlijk beoordeeld worden.

Tabel 19 Nr's 106 en 109 uit Bijlagetabel 8-3 uit het KEC. Uitkomst is het aantal toegewezen Bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het uitvoeren van de globale en gedetailleerde geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr.	Naam	Toegewezen bruinvisverstoringsdagen
106	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311
109	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311

De bruinvisverstoringsdagen van no. 106 zijn reeds gebruikt voor de eerste globale surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Uit de berekeningen hiervan blijkt dat het aantal bruinvisverstoringsdagen uitkomt op 1.636 wanneer er 30 dagen in het voorjaar en 90 dagen in de zomer wordt gewerkt (Schiedon & Jans, 2021). Zoals toegelicht in paragraaf 4.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys.

In de berekening is uitgegaan een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km^2. De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dan van 2,01 km^2 met een verstoringsoppervlak van 24 km^2 per dag.

Wanneer met deze aannames een worst-case berekening per seizoen wordt gemaakt voor de tweede ronde ("gedetailleerde") surveys van de kabeltracés komt dat neer op:

- 2.420 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (281 / 2,01 * 24* 0,721)
- 2.342 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt (281 / 2,01 * 24 *0,698)
- 1.490 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (281 / 2,01 * 24 * 0,444)

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat gereserveerd is in het KEC voor deze activiteit (1.311) wordt dus overschreden door de geplande werkzaamheden.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de tweede ronde surveys te worden uitgevoerd. Er is nu aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de eerste ronde surveys. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te worden getroffen. Deze moeten ter goedkeuring in een aanpassing op de ontheffingsaanvraag voorgelegd worden aan het bevoegd gezag.

Conclusie
In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen voor het heien van het platform en het uitvoeren van geofysische surveys uit het KEC. Op basis van de huidige berekeningen van TNO is overschrijding van de geluidnorm niet uit te sluiten (zie paragraaf 7.4.3). Het aantal bruinvisverstoringsdagen voor plaatsing van het platform wordt niet overschreden. De mogelijke geluidsnormoverschrijding moet gemitigeerd worden. Dit is te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel, zoals bijvoorbeeld een bellenscherm of het heien met een lagere energie. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringsdagen minder.

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de tweede ronde surveys overschrijdt wel de hiervoor berekende capaciteit. Het is voor bruinvissen echter irrelevant door welke vorm van verstoring (heien of geofysische surveys) verstoring optreedt. Er zijn in het KEC meer bruinvisverstoringdagen toegewezen voor de aanleg per platform van IJmuiden Ver dan nodig. Verdeeld over de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn 370 bruinvisverstoringsdagen per platform[5] nodig om met de geofysische surveys binnen de berekende limiet voor het totale project te blijven. Deze ruimte is er. Voor de realisatie van het platform IJmuiden Ver Beta zijn nog

[2].420 (totale benodigde bruinvisverstoringsdagen voor de geofysische survey) - 1.311 (in het KEC toegewezen dagen) = 1.109 (maximale overschrijding door geofysische survey)
1.109 (benodigde bruinvisverstoringsdagen) / 3 (aantal platforms in project) = 370 dagen per platform

4.807 van de in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen niet gebruikt[6]. De benodigde 370 dagen voor de surveys passen hierbinnen.

In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringsdagen nog anders (waarschijnlijk lager) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de tweede ronde surveys is nog niet bekend. Voordat deze kunnen starten moet daarom een uitgebreide berekening gedaan worden op basis van de daadwerkelijke scope van de surveys.

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden en de tweede ronde surveys wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten. Mogelijke externe effecten hebben geen negatief effect op de behoudsdoelstelling voor de populatie van bruinvissen in de Voordelta.

7.4.6 Effecten van impuls-onderwatergeluid op trekvissen

Effectbeoordeling
Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (o.a. van den Akker & van den Veen, 2013; Van Duin, et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen bewegen. Zeker gezien de ligging van het platform op grote afstand ten opzichte van de kust zal impuls-onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvissen veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP).

Conclusie
Door de tijdelijke aard van de effecten en het zeer beperkte areaal waar deze opspelen kan een negatieve beïnvloeding op populatieniveau worden uitgesloten. Externe effecten op instandhoudingsdoelen voor de populaties van trekvissen aangewezen voor omliggende Natura 2000-gebieden, waaronder de Voordelta, kunnen daarmee worden uitgesloten. Dit geldt ook voor de instandhoudingsdoelen voor leefgebied binnen de Natura 2000-gebieden.

[6] 16.002 (in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen voor platform IJmuiden Ver Beta) – 11.086 (worst-case dagen benodigd voor platform IJmuiden Ver Beta) - 109 (dagen gebruikt voor eerste ronde surveys (buiten deze toetsing)) = 4.807

7.5 Verstoring door geluid, licht en beweging

Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen (zie paragraaf 4.6.2). Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring. Zoals vermeld in paragraaf 4.6, blijft in het geval van de (2x2)-kabelconfiguratie de verstoringscontour hetzelfde. Er zal alleen een tijdelijk intenser effect zijn binnen de verstoringscontour. Dit heeft geen effecten op de uiteindelijke conclusie.

7.5.1 Op zee, buiten de kustzone (o.a. Bruine Bank)

Het VKA-tracé loopt langs de Bruine Bank, wat een aangewezen Natura 2000-gebied is voor jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw, alk en zeekoet. Zoals toegelicht in paragraaf 4.6.1 zijn vogelsoorten tijdens de rui (verstoringscontour 1.500 meter) verstoringsgevoeliger dan buiten de rui (500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van de Bruine Bank (zie paragraaf 6.5.3). Door de recentelijke aanwijzing van Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn er ten tijde van schrijven geen kwantitatieve instandhoudingsdoelen voor de populaties van deze soorten in dit gebied. Wel zijn er instandhoudingsdoelen voor de omvang en kwaliteit van het gebied, voor deze twee categorieën geldt voor alle zes de soorten een behoudsdoelstelling.

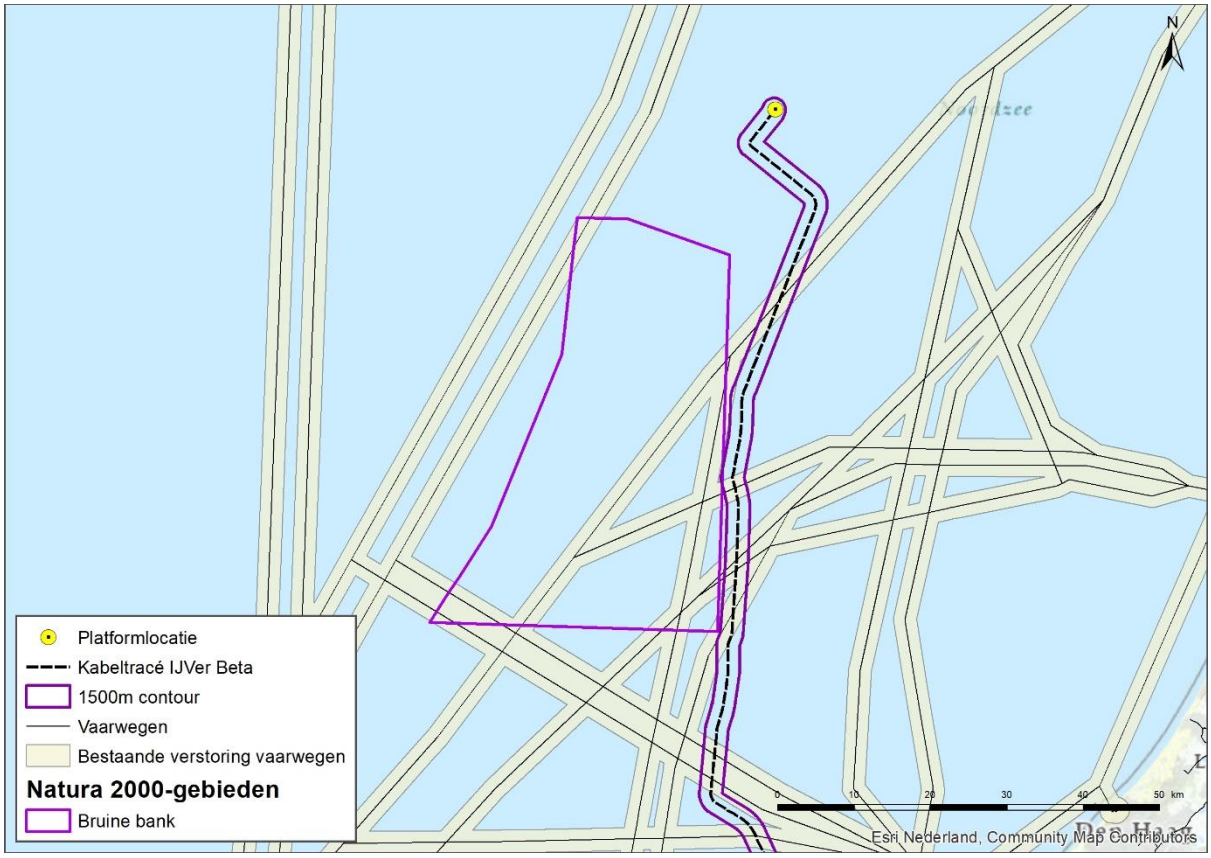
De verstoringscontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels (jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw) raakt niet aan de Bruine Bank. Minder gevoelige vogels op de Bruine Bank worden daarom niet verstoord. Als deze vogels zich buiten de Bruine Bank bevinden en verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de ruiperiode, kunnen zij uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten (noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

Grote jagers ruien tijdens hun trek en behouden tijdens de rui hun vliegvermogen (zie paragraaf 6.5.3). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar. Door de tijdelijke aard van de effecten en het beperkte areaal is er geen sprake van een negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor deze soort binnen het Natura 2000-gebied.

Ruiende alken en zeekoeten zijn in de ruiperiode van zomer naar winterkleed kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringsfactoren (Dunn et al., 2019; van Bemmelen et al., 2013). Tijdens de aanleg overlapt de verstoringscontour voor ruiende vogels (1.500 meter) voor een beperkt deel van het VKA-tracé met de Bruine Bank, over een lengte van circa 1,5 kilometer. Voor ruiende vogels betreft het een tijdelijke verstoring van minder dan 0,01% (circa 10 ha) van het totale areaal van de Bruine Bank (136.767 ha). Door de tijdelijke aard hiervan is er geen sprake van een negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de

kwaliteit en omvang van het leefgebied voor deze soorten binnen het Natura 2000-gebied. Alken en zeekoeten komen ook in wisselende aantallen voor buiten de begrenzingen van de Bruine Bank (zie paragraaf 6.5.3).

Naast het gegeven dat het additioneel verstoord oppervlak op en in de buurt van de Bruine Bank klein is, is de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen op de Bruine Bank en langs het tracé op zee relatief hoog, zoals te zien in Figuur 112 en Figuur 113. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.



Figuur 113 VKA-tracé en reguliere vaarwegen met verstoringscontouren voor ruiende vogels

Zoals toegelicht (zie paragraaf 6.5.3) zijn de gevoelige periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september. De ruiperiode van winterkleed naar zomerkleed (voor de zeekoet van december tot februari en voor de alk van januari tot en met maart) zijn ze minder gevoelig (van Bemmelen et al., 2013).

In de zomerperiode waarin zeekoeten ruien op de Bruine Bank, van juli tot en met de eerste helft van september, zijn de aantallen ruiende vogels relatief laag (zie Tabel 12 en Figuur 99). De maximale dichtheid van zeekoeten lag in augustus 2018 rond de 0,8 individuen per km^2, in augustus 2019 waren ze zelfs geheel afwezig (zie Tabel 12, Fijn et al., 2019, 2020). Een groot deel van de zeekoeten houdt zich in deze periode noordelijker op (zie Figuur 99). Alken ruien in deze periode

helemaal niet in Nederlandse wateren. In de ruiperiodes in de winter komen veel hogere aantallen ruiende zeekoeten en alken voor op de Bruine Bank (zie Tabel 12). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in het winterseizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het VKA-tracé. Het meest recente seizoensmaximum voor zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit aantal is exceptioneel hoog, doorgaans liggen de seizoensmaxima van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 10 tot 3 lager, namelijk tussen de 10.000 en 30.000 individuen (Fijn et al., 2020; Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Het seizoensmaximum voor de alk in februari was 6.928 (Tabel 12).

Voor de (worst-case) beoordeling maakt het feit dat de meest recente data voor zeekoet exceptioneel hoog is geen verschil, dit maakt het scenario voor een enkel aspect juist extra worst-case. Dit komt doordat de beoordeling hoofdzakelijk berust op het oppervlak van de totale verstoringscontour die wordt afgezet tegen het oppervlak van het Natura 2000-gebied. Hieruit volgt een percentage van areaal dat wordt verstoord, dit staat geheel los van de specifieke aantallen vogels. Dit percentage wordt vervolgens wel geprojecteerd op de meest recente aantallen vogels, wat leidt tot het aantal hypothetisch verstoorde individuen ten opzichte van het totale aantal op de Bruine Bank (eerder gebruikt getal) en op het NCP. Maar het percentage verstoorde vogels op de Bruine Bank blijft hierdoor altijd precies gelijk aan het percentage verstoord areaal, door het gebruik van de hoge aantallen wordt het resultaat voor de populatie op het NCP juist meer worst-case.

Zoals beschreven in hoofdstuk 4.6 wordt er voor verstoring langs Natura 2000-gebied de Bruine bank 1.500 meter aangehouden. Langs de bruine bank leiden de werkzaamheden tot een verstoord oppervlak van circa 210 km^2. Dit oppervlak valt nagenoeg geheel buiten Natura 2000-gebied Bruine Bank (Figuur 113). Hiermee kunnen negatieve effecten op de kwaliteit en het oppervlak van het leefgebied in de Bruine Bank worden uitgesloten. Op basis van de telgegevens in Tabel 12 uit 2018, worden er door de werkzaamheden in augustus ca 160 ruiende zeekoeten en geen alken verstoord (deze zijn dan niet aanwezig op de Bruine bank). Op een geschatte Bruine Bank populatie van 102.042 zeekoeten en een Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van respectievelijk circa 0,15% en 0,01% van de populatie.

Wanneer werkzaamheden in de ruiperiode van februari 2019 zouden hebben plaatsgevonden had dit geleid tot de verstoring van ca. 16.600 zeekoeten en 1.126 alken. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 102.042 zeekoeten en 6.928 alken is dit een verstoring van ca. 16.3% van beide populaties. Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 1% en circa 0,33% van de populatie (Fijn et al., 2019).

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden relatief grote aantallen vogels verstoord. Vogels aangewezen voor de bruine bank (paragraaf 5.3.1) verliezen in deze periode het vliegvermogen niet en kunnen zodoende uitwijken. Aangezien ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord zijn negatieve effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde.

Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september kan dit relatief een grotere impact op zeekoeten hebben aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het relatief zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is en alken geheel afwezig zijn, zijn negatieve effecten op de populatie uit te sluiten.

Instandhoudingsdoelstellingen voor de populatie van alk en zeekoet in Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn ten tijde van schrijven niet gekwantificeerd. Het bovenstaande laat zien dat negatieve effecten op populatieniveau zijn uit te sluiten, waarmee een mogelijk toekomstige specificatie van deze instandhoudingsdoelstelling niet in het geding komt. Daarnaast is ook aangetoond dat de behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied niet negatief worden beïnvloed.

7.5.2 Op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta)

In de Voordelta liggen ten zuiden van het aanlandingspunt bij de Maasvlakte de Hinderplaat en de Slikken van Voorne, dit zijn rustgebieden voor zeehonden en foeragerende vogels (zie Figuur 44). Deze platen worden door de verstoringscontouren van de werkzaamheden voor het VKA-tracé op land als op zee geraakt (zie Figuur 42 en Figuur 44). Deze worden hier beiden behandeld.

Niet-broedvogels
Het VKA-tracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta, waarvan – uitgaande van een verstoringscontour van maximaal 500 meter - circa 1,5% (1.215 ha) open water wordt verstoord. In de omgeving van het VKA-tracé komen seizoensgebonden een laag aantal roodkeelduikers en zwarte zee-eenden voor (zie paragrafen 6.5.1 en 6.5.3). Deze twee soorten zijn gevoeliger voor verstoring, met verstoringafstanden van respectievelijk 1.500 en 1.600 meter. Aanleg zou voor deze soorten resulteren in een verstoring van circa 5 % (3.733 ha voor roodkeelduiker 3.992 ha voor zwarte zee-eend) van het totale areaal aan open water. In dit gebied in de Voordelta waar verstoring zal plaatsvinden vindt echter al verstoring plaats door reeds aanwezige hoge scheepvaartintensiteit, zie Figuur 112. In dit gebied is doorgaans een scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepsvaart in dit gebied. Voor de verstoring die optreedt buiten de vaarroutes geldt dat aanwezige vogels tijdelijk uit zullen wijken naar alternatief leefgebied. Er zijn gedurende de periode van aanleg voldoende uitwijkmogelijkheden voor de verstoorden vogels gezien 95% van het oppervlak in de Voordelta buiten de verstoringscontour valt. De verstoring treedt bovendien niet over het gehele VKA-tracé tegelijk op. Er is alleen sprake van verstoring ter plaatse van de werkzaamheden, die langzaam en voorspelbaar langs het tracé bewegen. De tijdelijke aard van de werkzaamheden en het beperkte additioneel verstoorde areaal (ten opzichte van de huidige situatie in het gebied) zorgen ervoor dat de roodkeelduiker en zwarte zee-eend op populatieniveau geen negatieve effecten zullen ondervinden. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.

De Slikken van Voorne en de Hinderplaat zijn aangewezen rustgebieden en onder andere van belang voor steltlopers (zoals toegelicht in paragraaf 6.1.1). Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee (zie ook Figuur 44), de slikken en platen liggen op grotere afstand. De instandhoudingsdoelstellingen voor steltlopersoorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.

De verstoringscontour van geluid, licht en beweging van de werkzaamheden aan land reikt tot over de Slikken van Voorne in het noordelijke deel bij het VKA-tracé. Het VKA-tracé volgt de rand van de Maasvlakte en ligt direct aan de Noorzeeboulevard, een weg met fietspad. Daarnaast staan windturbines opgesteld aan de andere kant van de Noordzeeboulevard op circa 25 meter van het VKA-tracé. Voor een deel van het VKA-tracé ligt een verhoging tussen de slikken en de

werkzaamheden. De verhoging en begroeiing vormen een barrière tegen het zicht op licht en beweging en de verplaatsing van geluid. Hierdoor zullen de werkzaamheden minder zichtbaar zijn en de geluidsverstoring op de slikken gedempt. Zodoende is het verstoorde oppervlak kleiner. Daarnaast is dit deel van de Slikken van Voorne al aan verstoring onderhevig door het aanwezige verkeer en de draaiende windturbines. De verstoring is tijdelijk en beperkt zich tot de noordelijke rand van de slikken tegen de dijk aan. Significant negatieve effecten op niet-ruiende vogels zijn zodoende uitgesloten. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.

Zoals Figuur 62 laat zien komen in de slufter op de Maasvlakte, rondom de plek waar het VKA-tracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor. Ruiende bergeenden zijn erg gevoelig voor verstoring, zie paragraaf 6.5.1. Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden op zee en land, bij het aanleggen van de kabel richting het converterstation.

Ruiende bergeenden in de slufter kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.
Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie Figuur 62. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt. Als mitigerende maatregel moet een professionele vogelwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de ruiperiode (juni t/m september) waarneemt of er ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen het verstoringscontour en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 10.2. Hiermee kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van de bergeend worden uitgesloten.

Zeehonden
De Hinderplaat wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (buiten de verstoringscontour, zie Figuur 52 en Figuur 54). Ook gebruikt de grijze zeehond de stranden rond het overgangspunt van het VKA-tracé van zee naar land als rustplaats (in zeer lage mate, in 2019 zijn er daar 1-5 grijze zeehonden waargenomen, zie Figuur 55). In de huidige ligging van de platen in de Voordelta raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de Hinderplaat in het noordelijke deel, met zeer beperkte overlap (zie Figuur 44).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (zie paragrafen 6.3.6 en 6.3.7). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart, zie paragrafen 6.3.6 en 6.3.7), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter (zie paragraaf 6.1.2), waardoor het niet mogelijk is te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of

nabij het VKA-tracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied. Als mitigerende maatregel moet een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 10.2.

Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is vrij toegankelijk voor bezoekers. Ook loopt er een doorgaande weg langs het gebied. Het gebied is zodoende al verstoord waardoor individuen die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar. Buiten het zoogseizoen zijn negatieve effecten op de zeehondenpopulaties uitgesloten. Hiermee kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van de grijze- en gewone zeehond worden uitgesloten.

Conclusie
Verstoring door geluid, licht en beweging van zogende zeehonden op de Hinderplaat is niet uitgesloten. Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring. Het gevoelige seizoen (het zoog- en verharingsseizoen) loopt voor de gewone zeehond van ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart. Als mitigerende maatregel moet een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoringscontour reikt in de Slikken van Voorne in een deel dat al aan verstoring onderhevig is.

In de Voordelta geldt voor de kwaliteit van het habitat en populaties van niet-broedvogels een behoudsdoelstelling. Doordat er al verstoring optreedt in een groot deel van het studiegebied, én de verstoring tijdelijk is blijft de kwaliteit van het beïnvloede habitat gelijk, conform de doelstelling. Vogels die toch worden verstoord hebben ruim voldoende uitwijkmogelijkheid naar alternatief verblijf- en rustgebied tot hun beschikking. Dit geldt echter niet voor bergeenden omdat ruiende bergeenden niet weg kunnen vliegen van eventuele verstoringen. Als mitigerende maatregel moet een professionele vogelwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de ruiperiode (juni t/m september) waarneemt of er ruiende bergeenden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt.

Met toepassing van de voorgestelde mitigerende maatregelen worden negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen uitgesloten.

7.6 Habitataantasting

7.6.1 Habitataantasting op zee

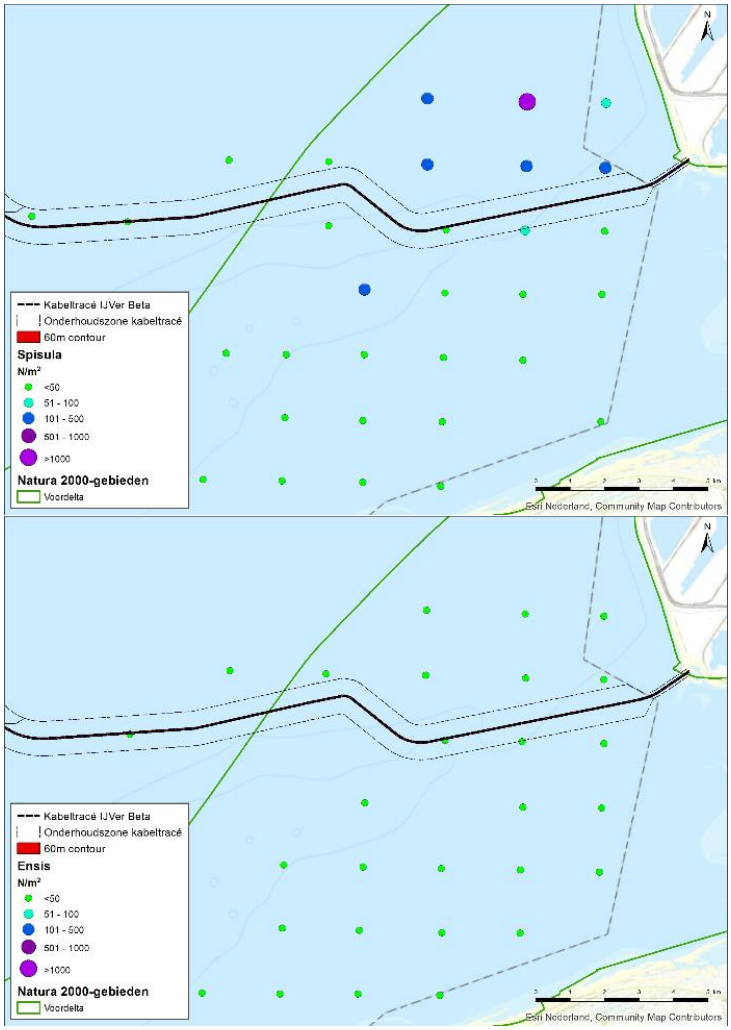
Er is sprake van habitataantasting in Natura 2000-gebied Voordelta. De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 4.8.1. Voor deze bepaling zijn de worst-case data gebruikt, i.e. de reikwijdtes van de (2x2)-kabelconfiguratie. De (1x4)-kabelconfiguratie valt binnen deze reikwijdtes. Binnen de Voordelta loopt het VKA-tracé voor een deel door het bodembeschermingsgebied (zie Figuur 44). Hierbij wordt maximaal 0,13% (circa 38 ha) van het totale bodembeschermingsgebied (29.937 ha) aangetast. In het bodembeschermingsgebied is zware bodem beroerende visserij (boomkor >260 pk) niet toegestaan. Habitataantasting door Net op zee IJmuiden Ver Beta is minder intensief dan de boomkorvisserij, voornamelijk omdat het eenmalig is waarna de bodem zich kan herstellen.

Er kan in de Voordelta aantasting plaatsvinden van maximaal circa 85 ha van habitattype permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone, H1110B) (zie Figuur 46). Dit is een absolute worst-case aanname, en slechts een beperkt deel (0.1%) van het totale areaal van dit habitattype in de Voordelta (circa 81.300 ha).

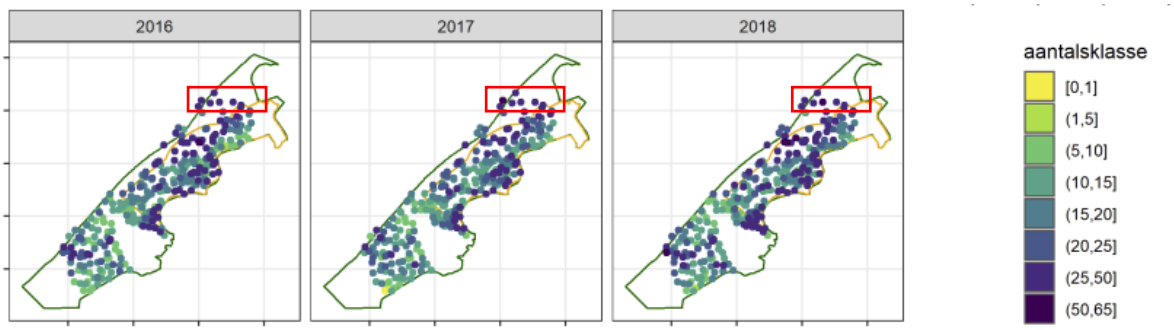
In de Voordelta komen verschillende schelpdiersoorten voor. Jaarlijks wordt onderzoek gedaan naar de verspreiding van mesheften, halfgeknotte strandschelpen en andere veel voorkomende soorten met een potentieel belang voor visserij langs de kust. Hiervoor worden punten bemonsterd over een grid. Figuur 114 laat zien dat het VKA-tracé door een gebied aan de kust gaat waar voor de Tweede Maasvlakte relatief grote aantallen halfgeknotte strandschelpen *(Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) worden gevonden. Ook andere schelpdieren mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*) of zaagjes (*Donax vittatus*) worden in wisselende mate langs het VKA-tracé gevonden (Perdon et al., 2019). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen.

De halfgeknotte strandschelp komt verspreid over de hele Voordelta voor (zie ook Figuur 110). Voor de Tweede Maasvlakte worden relatief hoge aantallen aangetroffen. Het VKA-tracé bij aanlanding loopt niet door de locatie waar de hoogste dichtheden (> 1.000/m^2) grote halfgeknotte strandschelpen zijn aangetroffen, maar gaat langs de rand van deze hotspot waar zich lagere aantallen bevinden. Ook de andere soorten komen verspreid in de Voordelta voor en hiervan lijken zich geen hotspots rond het VKA-tracé te bevinden.

In een studie door Moorsel et al. (2020) naar ruimtelijke trends van de bodemgemeenschap in de Voordelta komt naar voren dat het gebied ter hoogte van de corridor van habitataantasting van gemiddelde kwaliteit is op het gebied diversiteit van soorten (Figuur 115).



Figuur 114 Spisulabanken (boven) en Ensis banken (onder) in het kustgebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor Ensis en groter dan >18 mm voor Spisula.



Figuur 115 Het aantal macrobenthostaxa per locatie in de loop der jaren. De rode rechthoek geeft het studiegebied weer.

Ten slotte is habitataantasting van de zeebodem een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist, et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Significant negatieve effecten op systeemniveau zijn uitgesloten.

Conclusie
Vanwege het beperkte aangetaste areaal en het feit dat de bodem en bodemfauna zich herstelt zijn blijvende effecten van habitataantasting uit te sluiten in zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie. Hiermee is een (indirecte) negatieve beïnvloeding van de instandhoudingsdoelen van habitattypen, habitatrichtlijnsoorten en niet-broedvogels ook uitgesloten.

7.6.2 Habitataantasting op land

Het VKA-tracé dat parallel ligt aan de Slikken van Voorne is onderdeel van de het Natura 2000-gebied Voordelta. Dit deel zal via open ontgraving worden aangelegd wat betekent dat de werkstrook van het VKA-tracé gedeeltelijk overlap heeft met het Natura 2000-gebied, waardoor mechanische effecten hier aan de orde zijn. Het betreft echter een smalle strook parallel aan de Noordzeeboulevard waar geen kwalificerend habitattype aanwezig is. Deze strook bestaat uit de wegberm en een sterke verruiging van duindoorn. Het heeft daarmee op termijn ook geen potentie voor een van de aangewezen habitattypen. Leefgebied voor vogels met een instandhoudingsdoelstelling is hier niet aanwezig. Deze zijn met name aanwezig op de nabijgelegen Slikken van Voorne (Rijkswaterstaat, 2016) (Arts, et al., 2019). Omdat de effecten tijdelijk zijn en er geen kwalificerende natuurwaarden van de Voordelta aanwezig zijn en eventuele ontwikkeling hiervan op termijn ook niet in het geding komen, zijn effecten op de instandhouding van habitattypen uit te sluiten.

Conclusie
De effecten van habitataantasting zijn tijdelijk. Er zijn geen kwalificerende natuurwaarden van de Voordelta aanwezig en eventuele ontwikkelingen hiervan komen op termijn ook niet in het geding.

7.7 Elektromagnetische velden op zee

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, ongewervelden en bepaalde zeezoogdieren. Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (zoals bijvoorbeeld beschreven in Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en

aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide behandeling van de effecten op vissen en evertebraten wordt verwezen naar bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond). Deze waarden nemen snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zwemmen, zoals berekend door van Essen (2020, 2021b) voor de (1x4) en (2x2)-kabelconfiguraties, zie ook paragraaf 4.9.1 en bijlage VII-K. Een uitgebreide literatuurstudie over bovenstaande factoren is te vinden in bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee. In het studiegebied zijn vissen en zeezoogdieren alleen voor de Voordelta aangewezen. Aangezien er geen aanwijzing is dat de beschermde vissoorten effecten zullen ondervinden, worden deze niet verder meegenomen in deze studie.

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Hiernaar is dan ook meer onderzoek gedaan. In de volgende paragraaf wordt verder gekeken naar de effecten op bruinvissen.

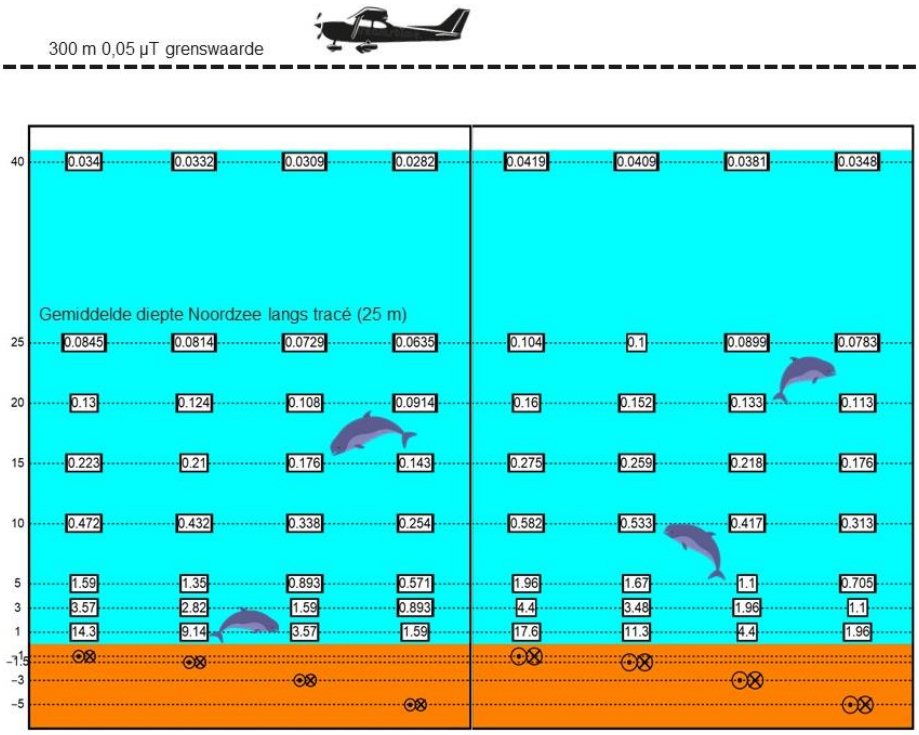
7.7.1 Effecten op bruinvissen

Onderzoek van Teilmann *et al.* (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit laat zien dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-wisselstroomkabels, de kabels voor IJmuiden Ver Beta hebben een groter voltage, namelijk 525 kV op gelijkstroom. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren. De spanning op de kabel kan variëren aangezien de hoeveelheid stroom die afgevoerd ook fluctueert per dag.

Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat concrete data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1990). Kirschvink heeft twee onderzoeken gedaan naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere kans was op stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990). Deze waarde van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. Van Essen, 2020), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door Kirschvink (1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde

geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt.

Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd voor de (1x4)-kabelconfiguratie en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 116. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 0,0419 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) tot 0,034 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm). Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase van de (2x2)-kabelconfiguratie 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. De (1x4)-ligt dus lager dan dit. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot een effect leiden. In het geval van een storing in de (2x2)-configuratie zal het elektromagnetisch veld een waarde van 1,15 µT hebben op 40 meter hoogte. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de standaardwaarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van 0,05 µT. Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 µT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte op 300 meter hoog te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA (kilo Ampère, eenheid voor stroomsterkte). Een kabel zoals die van Net op zee IJmuiden Ver Beta heeft normaliter een stroom tussen de 1 en 2 kA. Dit resulteert dan in een magnetisch veld van ongeveer 7 µT in de waterkolom op 25 meter (vanuit gaand van een kabel van 185 mm en 3 meter onder de grond). Dit zou dus resulteren in een magneetveld dat 100 keer groter is dan het magneetveld van Net op zee IJmuiden Ver. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525kV-gelijkstroomkabel verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen optreden in zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguraties. Er is daarmee geen reden om aan te nemen dat een negatief effect op instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis voor Natura 2000-gebied Voordelta plaatsvindt, externe effecten meegenomen.



Figuur 116 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabel op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van Van Essen (2020). De bovenste stippellijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld 0,05 µT kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 µT komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-gelijkstroomkabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 µT zijn en dus onder het kritieke punt

7.7.2 Leemtes in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie

Er zijn nog kennisleemtes over de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren. Bestaande studies zijn gebaseerd op observaties uit de lucht of in windparken. Er zijn géén studies gedaan met gerichte praktijk experimenten waarin bijvoorbeeld gezenderde dieren over kabels zwemmen. Vanuit TenneT wordt er gewerkt aan een aanpak om deze leemtes in te vullen. Deze aanpak is te vinden in Net op zee IJmuiden Ver Beta Bijlage VII-G kennisleemtes elektromagnetische velden.

7.8 Verzuring en vermesting

7.8.1 Ecologische beoordeling

De effectbeoordeling stikstofdepositie is beschreven in een aparte rapportage, die los bijgevoegd is bij deze Passende beoordeling (zie Bijlage A Ecologische beoordeling stikstof).
De aanlegwerkzaamheden voor het project veroorzaken een emissie van ruim 604 ton NOx, wat leidt tot een tijdelijke depositie van stikstof. De hoogste, door Aerius berekende stikstofdepositie op een

stikstofgevoelig habitattype bedraagt 0,91 mol N/ha[7] gedurende de aanlegfase voor de 2x2 kabelconfiguratie, hetgeen overeenkomt met ongeveer 12 gram stikstof per hectare. Per vierkante meter betreft het 0,001 gram stikstof. Voor de 1x4 kabelconfiguratie zijn deze waarden lager namelijk maximaal 0,77 mol N/ha, hetgeen overeenkomt met ongeveer 11 gram stikstof per hectare. In de beoordeling worden de waarden gebruikt van het gehele projecteffect en zijn de waarden overeenkomstig met de Aerius-berekening. Hiervoor zijn alle werkzaamheden in één jaar gevoegd, waardoor in de Aerius-uitdraai gesproken wordt van de hoeveelheid mol N/hectare/jaar. In werkelijkheid is de depositie per jaar lager, omdat de werkzaamheden over verschillende jaren uitgespreid worden. In de teksten wordt in principe het gehele projecteffect in één keer beoordeeld en wordt gesproken over depositie N/hectare.

De ecologische effecten van de depositie zijn niet meetbaar op zowel habitattype als op individueel plantniveau. De aanleg van de hoogspanningsverbinding veroorzaakt een tijdelijk, zeer kleine hoeveelheid stikstofdepositie. Deze eenmalige toename heeft in alle situaties een verwaarloosbaar effect op de kwaliteit van de habitattypen en leefgebieden die in deze gebieden voorkomen. Hieronder wordt kort ingegaan op enkele voorbeelden van mechanisme en effecten. De volledige beoordeling is opgenomen in Bijlage A Ecologische beoordeling stikstof.

7.8.2 Betekenis van zeer lage deposities

Hoogte van stikstofdepositie
Als gevolg van de depositie is sprake van een grotere beschikbaarheid van voor planten opneembaar stikstof, dat dient als bouwstof voor de plant. Een grotere beschikbaarheid van deze bouwstoffen bevoordeelt relatief snelgroeiende planten, die daardoor concurrentievoordeel kunnen krijgen ten opzichte van minder snelgroeiende soorten. Deze laatste soorten zijn veelal de voor zeldzame en bedreigde habitattypen kenmerkende soorten. Een afname van deze soorten zou kunnen leiden tot vermindering van de kwaliteit van de habitattypen, en op den duur zelfs tot areaalverlies.
Om een beeld te krijgen van de vermestende invloed van een eenmalige depositietoename van maximaal 0,91mol/ha is de volgende berekening illustratief.

- Een depositie van 0,91 mol N/ha komt overeen met een eenmalige toevoeging van 12 g N/ha of 0,0012 gram per vierkante meter.
- De jaarlijkse biomassaproductie van natuurlijke habitattypen loopt doorgaans uiteen tussen 1.000 en 6.000 kg droge stof/ha/jaar (Tolkamp et al., 2006). Schrale graslanden en heiden op de droge zandgronden in uit deze passende beoordeling zijn voorbeelden van vegetaties, waarbij ook een lagere productiviteit voor kan komen.
- Het aandeel in stikstof varieert tussen plantensoorten en omstandigheden: het drooggewicht van een plant bestaat gemiddeld voor 1,5% uit stikstof. Dit gemiddelde varieert van 0,5% bij houtachtige planten tot 5,0% bij peulvruchten (https://www.nutrinorm.nl);
- Voor de biomassaproductie van natuurlijke habitattypen is gemiddeld 15 - 90 kg N/ha/jaar nodig. Dit komt overeen met circa 1.065 – 6.400 mol N/ha/jaar. Dit betreft de totale aanvoer van stikstof, dus ook vanuit bronnen naast atmosferische depositie zoals via grond- en oppervlaktewater, nalevering uit de bodem, mineralisatie van organische materiaal en natuurlijke bemesting (via dieren of vee dat ingezet wordt bij natuurlijke begrazing).

[7] Input berekening op basis van VKA MVL2 en berekend met Aerius-versie 2020_20210525_2040287d5b.

Een depositie van 0,91 mol/ha (hele projecteffect) komt overeen met 0,01 - 0,05% van de jaarlijks benodigde hoeveelheid stikstof van planten in natuurlijke habitats. Wanneer uitgegaan wordt van een doorlooptijd van drie jaar voor de realisatie van de hoogspanningsverbinding, betekent dat maximale jaarlijkse depositie ongeveer een derde is van het berekende projecteffect. Ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking komt aan de vegetatie, leidt dit niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, en daarmee tot veranderingen in concurrentiepositie.
Een eenmalige toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,91 mol/ha leidt daarom niet tot meetbare verschillen in groeisnelheid van individuele planten. Daardoor ontstaan geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en ook geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten in de vegetatie voorkomen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de berekende depositietoenames de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden in de betreffende Natura 2000-gebieden niet meetbaar kunnen aantasten. Deze conclusie geldt ook als een habitattype of leefgebied zich nog niet in een gunstige staat van instandhouding bevindt. Het maakt daarom geen verschil of voor dit habitattype/leefgebied een behoud- of verbeterdoelstelling geldt.

Natuurlijke fluctuaties in depositie

De daadwerkelijke depositie van stikstof in een specifiek jaar wordt sterk bepaald door meteorologische fluctuaties in windsnelheden, windrichtingen en neerslaghoeveelheden die in het betreffende jaar optreden. In het achtergrondrapport bij de grootschalige concentratie- en depositiekaarten van Nederland is door RIVM/PBL aangegeven dat sprake is van natuurlijke fluctuaties van de daadwerkelijke depositie van ongeveer 10% ten opzichte van de gemiddelde achtergronddepositie (RIVM.nl, 2013). De achtergronddeposities in Natura 2000-gebieden variëren tussen circa 700 en circa 3.500 mol/ha/jaar. Dit zijn dus fluctuaties in de orde van grootte van 70 - 350 mol/ha/jaar meer of minder ten opzichte van de achtergronddepositie. Een eenmalige lage depositiebijdrage (0,88 – 0,01 mol N/ha) valt volledig weg tegen de natuurlijke fluctuaties in de feitelijke depositie en is daarmee geen relevant risico voor het optreden van ongewenste effecten. Daarmee staat vast dat bij een depositie van maximaal 0,91 mol significante effecten zijn uitgesloten.
Bovenstaande overwegingen geven een onderbouwing dat de aanleg van Net op Zee IJmuiden Ver Beta niet zal (kunnen) leiden tot significante verslechtering van de kwaliteit van habitattypen in de betrokken Natura 2000-gebieden.

8 Cumulatie

8.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van het worst-case seizoen, voor zover van toepassing. Er zijn, behalve van impuls-onderwatergeluid, geen effecten vastgesteld op land of zee. Cumulatie van effecten treedt kan daarom bij de meeste gevolgen van de activiteit niet op. Er zijn drie gevolgen die geen significant effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Impuls-onderwatergeluid.** Geconcludeerd wordt dat, met mitigerende maatregelen, onacceptabele effecten van impuls-onderwatergeluid kunnen worden uitgesloten (zie paragraaf 7.4). Impuls-onderwatergeluid wordt wel meegenomen in de cumulatietoets, omdat de voorgestelde mitigerende maatregelen alleen werken als er voldoende alternatief leefgebied beschikbaar is. Daarom wordt er ook naar andere projecten met impuls-geluid gekeken.
- **Elektromagnetische velden**. Voor EMV-velden is geconcludeerd dat effecten niet aannemelijk zijn. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid. Daarom wordt dit onderwerp in deze cumulatietoets meegenomen.
- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat significant negatieve effecten van vertroebeling kunnen worden uitgesloten. Als echter bij andere projecten ook vertroebeling ontstaat, zou dit kunnen resulteren in hogere vertroebeling. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets. Hierbij wordt gekeken naar reeds vergunde projecten, en cumulatie tussen Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Door de parallelle ligging en mogelijke gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta kan op hetzelfde moment vertroebeling ontstaan door deze projecten. Vertroebeling wordt in cumulatie beoordeeld.

In jurisprudentie is nader geconcretiseerd welke plannen en projecten onder de cumulatietoets vallen:

- Projecten waarvoor een vergunning voor de Wet natuurbescherming (of de voorloper, de Natuurbeschermingswet) is verleend, maar die nog niet of slechts ten dele zijn uitgevoerd, en die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied kunnen hebben, moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.
- Projecten die nog in voorbereiding zijn, of die al geheel uitgevoerd zijn hoeven niet meegenomen te worden.
- Ook projecten die niet leiden tot effecten voor de betrokken Natura 2000-gebieden kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Zolang nog slechts sprake is van onzekere toekomstige gebeurtenissen, hoeft bij de beoordeling van cumulatieve effecten geen rekening te worden gehouden met plannen. (Bestemmings-)plannen hoeven daarom niet meegenomen te worden in de cumulatietoets. Deze kunnen een planologische grondslag bieden voor projecten waarvoor een Wnb-vergunning noodzakelijk is, maar voor dergelijke projecten is zolang geen Wnb-vergunning is verleend nog nadere besluitvorming vereist. Dezelfde redenering gaat op voor andere beleidsplannen die kaderstellend zijn, maar zich nog moeten vertalen in concrete besluiten die eventueel vergunningsplicht hebben, of in een Natura 2000-beheerplan kunnen worden opgenomen.

8.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of locatie. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juni 2021) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan (zie paragraaf 1.2).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (juni 2021) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV's of impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls-onderwatergeluid en EMV's gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juni 2021) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: Er is één zandwinvergunning (referentie DBMNV/OL/NL/CON/2019-044/TJA/mac) voor de Noordzee. Dit is een verlenging van de vergunning voor DEME Building Materials N.V. tot en met maart 2023. Vanaf 2016 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt er baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025.

8.3 Impuls-onderwatergeluid

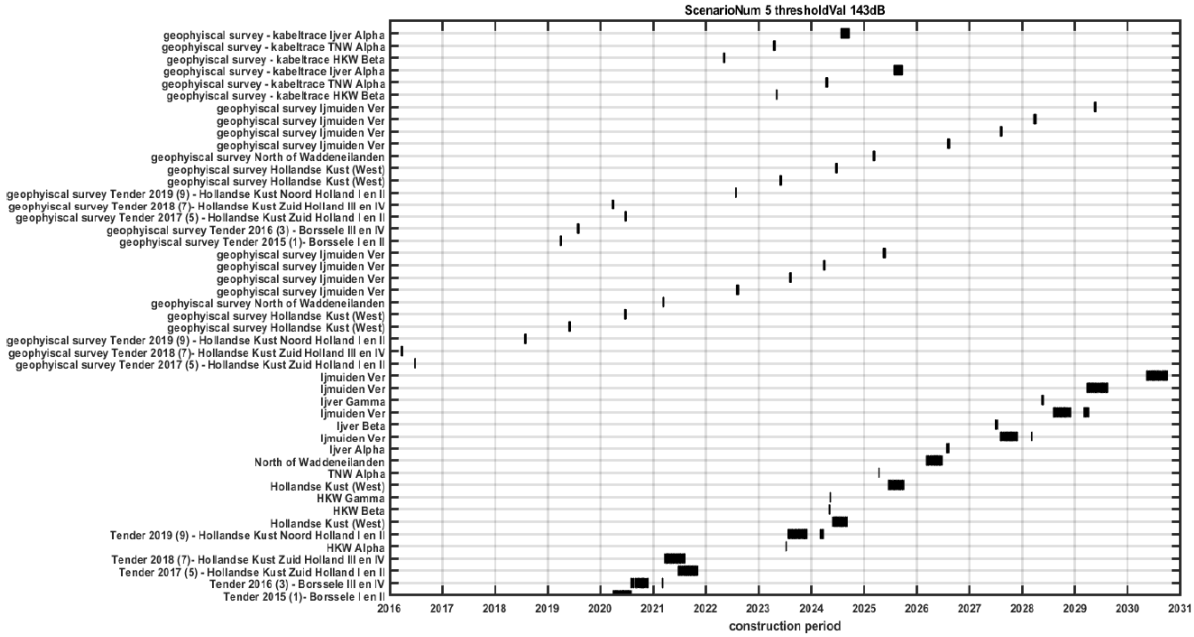
In de effectbepaling van impuls-onderwatergeluid voor Net op zee IJmuiden Ver Beta (zie paragraaf 7.4) is deze activiteit in cumulatie beoordeeld met andere activiteiten voor het realiseren van de andere windparken zoals afgesproken volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Deze beoordeling is namelijk gedaan op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 3.0), waar de impact van Wind op zee projecten in samenhang wordt beschouwd.

Cumulatie van impuls-onderwatergeluid als gevolg van de aanleg van het platform en het uitvoeren van geofysische surveys voor het VKA-tracé wordt beschouwd op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 3.0). In het KEC is onderzocht wat de gecumuleerde ecologische effecten kunnen zijn van bestaande en in aanbouw zijnde windparken op zee volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Doel van het KEC is om te kunnen bepalen of de (bouw van) alle windmolenparken, samen met enkele andere activiteiten op zee, tot 'significante negatieve effecten' op de ecologie leiden. In verschillende beleidskaders en het KEC is afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is in het KEC bepaald hoeveel bruinvisverstoringsdagen er per activiteit, zoals bijvoorbeeld de bouw van platform IJmuiden Ver Beta, toegestaan zijn.

Er is binnen de huidige passende beoordeling voor impuls-onderwatergeluid getoetst aan het voor Net op zee IJmuiden Ver Beta gereserveerde aantal bruinvisverstoringsdagen en de nieuwe geluidsnorm die binnen het KEC is gesteld voor de routekaart na 2023 (maximaal 168 dB). Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen (bijvoorbeeld een bellenscherm of heien met een lagere energie) en het uitwerken en narekenen hiervan valt de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta binnen de in het KEC hiervoor gereserveerde ruimte. Daarmee is cumulatie van impuls-

onderwatergeluid met andere Wind op zee projecten, waaronder Net op zee IJmuiden Ver Alpha, niet uitgesloten, maar wel beoordeeld als ecologisch acceptabel middels het KEC

De aanleg van het windpark IJmuiden Ver zou vanwege de ruimtelijke overlap mogelijk kunnen cumuleren met de aanleg van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Hierdoor kunnen er bij gelijktijdige aanleg versterkende effecten ontstaan voor onderwater- en bovenwaterverstoring. In het Kader Ecologie en Cumulatie wordt hier echter al rekening mee gehouden. Zo is er geformuleerd dat gebruikte benaderingsformules voor het inschatten van de populatiereductie alleen van toepassing zijn op de onderzochte scenario's (de 'kalender'). Deze kalender laat zien dat er in geen van de scenario's overlap in tijd plaatsvindt tussen de bouw van de platformen en de bouw van de windparken, zie Figuur 117 voor scenario 5. Bij handhaving van de voorwaarden die het KEC schets zijn cumulerende effecten als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta en het windpark IJmuiden Ver hierdoor uitgesloten.



Figuur 117 Uit Heinis et al., (2019): Bijlagefiguur 3-1 Kalender van impulsdagen in de periode 2016 – 2030 volgens scenario 5 (NL windparken, platforms en surveys).

8.4 Vertroebeling

8.4.1 Vergunde projecten

Zandwinvergunning Noordzee

Er is één zandwinvergunning (referentie DBMNV/OL/NL/CON/2019-044/TJA/mac) voor de Noordzee. Dit is een verlenging van de vergunning voor DEME Building Materials N.V. tot en met maart 2023. Werkzaamheden voor Net op zee IJmuiden Ver Beta beginnen op zijn vroegst vanaf maart 2024 (zie paragraaf 3.7). Zodoende is er geen overlap in tijd en is cumulatie van effecten voor zover die nu beoordeeld kunnen worden uitgesloten.

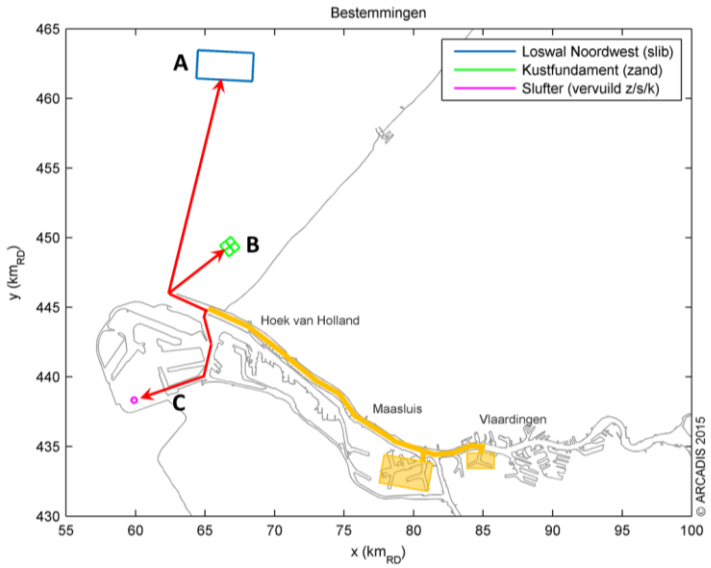
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven

De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en

steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m^3 miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m^3.

Aangezien de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op zijn vroegst in maart 2024 start, is alleen de 2e fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In fase 2 zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 118). Voor de worst-case wordt aangenomen dat Fase 2 (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de toename van Fase 2 ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/l verhoging in de kustnabije zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van Fase 2 nog een stuk lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat Fase 2 verspreid over de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd (Arcadis, 2015). De worst-case verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



Figuur 118 Figuur met daarin aangegeven de ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

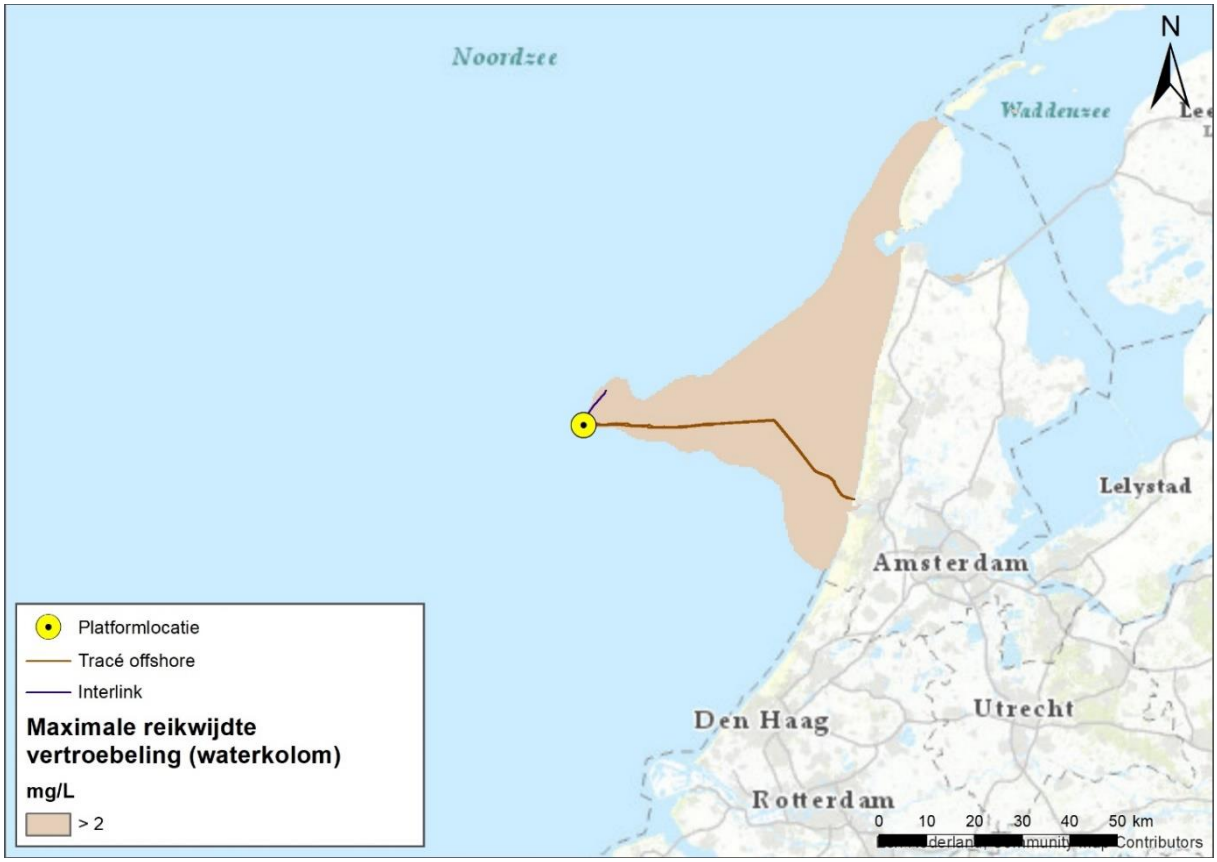
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering
Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Voordelta, Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid.

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Omdat de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op zijn vroegst op 1 maart 2024 begint, is cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten uitgesloten.

Net op zee Hollandse kust West Beta
Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit.

Werkzaamheden van Net op zee Hollandse kust West Beta overlappen in tijd met Net op zee IJmuiden Ver Beta. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Deze slibwolk verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 119) en zal zodoende niet in geografysische locatie overlappen met Net op zee IJmuiden Ver Beta. Cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.



Figuur 119: *Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden rijkt (Arcadis, 2018).*

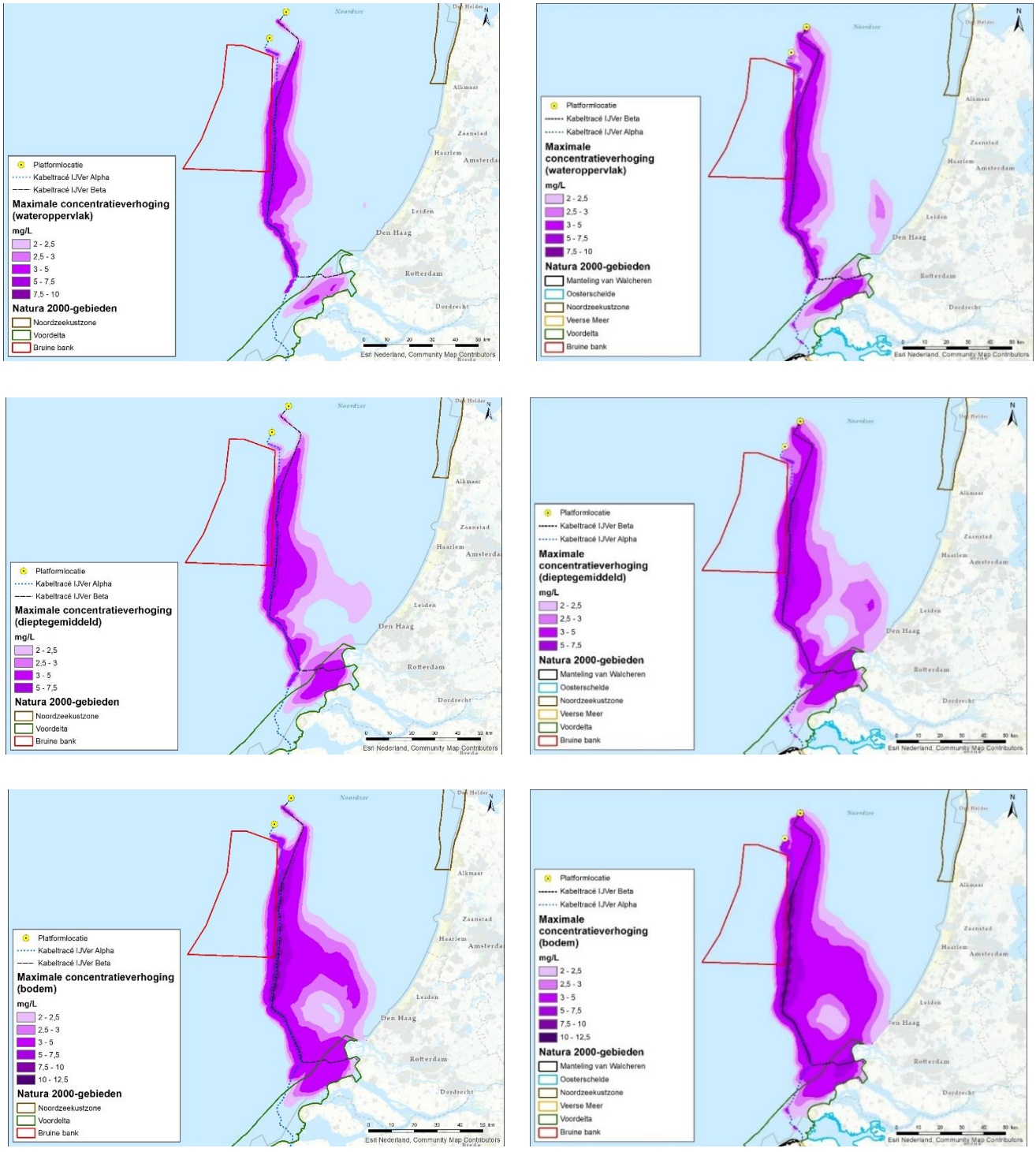
8.4.2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

Toelichting
Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke toename van het slibgehalte, wat niet leidt tot effecten. Vertroebeling kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook vertroebeling optreedt door andere projecten. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta wordt vertroebeling in cumulatie beoordeeld.

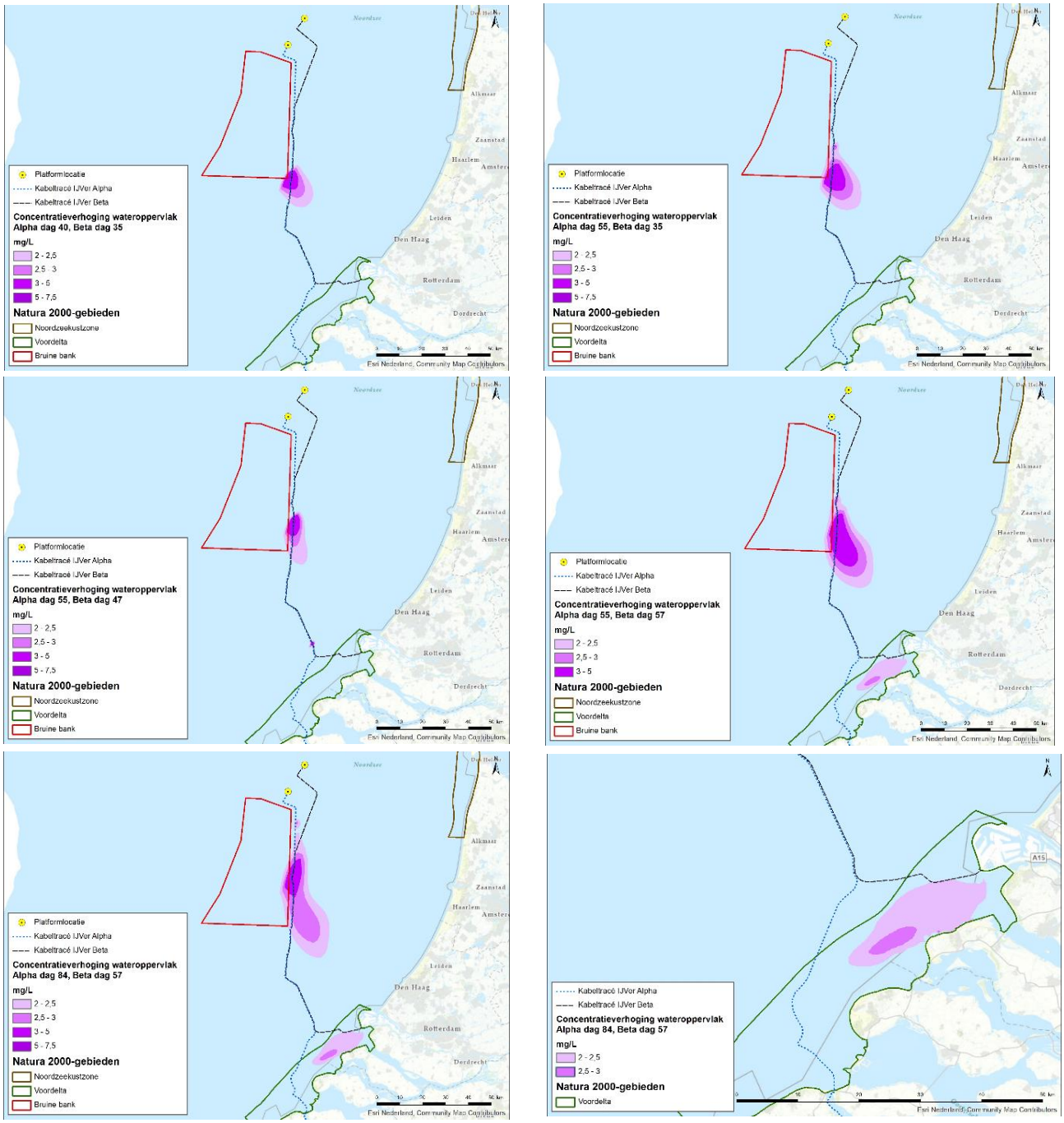
Figuur 120 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta slibconcentratieverhogingen plaatsvinden voor beide kabelconfiguraties. De gemodelleerde slibconcentratieverhogingen zijn worst-case, omdat in de studie gewerkt wordt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd.

Figuur 120 toont voor elke locatie op de kaart de absolute mogelijke worst-case combinatie van mogelijke maximale vertroebeling van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner dan weergegeven in Figuur 120 omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta meebeweegt en weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 121 het verloop van de vertroebeling, voor de (1x4)-kabelconfiguratie, in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. Hier zijn verschillende combinaties gemaakt tussen gemodelleerde dagen van IJmuiden Ver Alpha en Beta die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor dagen van Net op zee IJmuiden Ver Beta is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 35) en de grootste overlap met de Bruine Bank (dag 57) (zie paragraaf 7.1.3).

Uit de figuren valt af te leiden dat voor beide kabelconfiguraties de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie- verhoging aan het wateroppervlak en dieptegemiddeld niet hoger is dan 10 mg/l, en aan de bodem niet hoger dan 15 mg/l. In de Voordelta is de maximale gecumuleerde concentratieverhoging aan het wateroppervlak en dieptegemiddeld voor de (1x4)-kabelconfiguratie niet hoger dan 5 mg/l. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie komt de concentratieverhoging niet hoger dan 7,5 mg/L. De concentratieverhoging aan de bodem in de Voordelta voor de (1x4)-kabelconfiguratie blijft hoofdzakelijk onder de 5 mg/l, maar zit daar op 77 ha boven. De maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie is 8,7 mg/l. Voor de (2x2)-kabelconfiguratie is het oppervlak van de concentratieverhoging < 5.0 mg/L aan de bodem in de Voordelta circa 6.527 hectare maar de concentratieverhoging blijft onder de 7,72 mg/L.



Figuur 120 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts) gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l).



Figuur 121 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan de wateroppervlakte van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta voor de (1x4)-kabelconfiguratie.

Effecten op trekvissen
De worst-case gecumuleerde daggemiddelde concentratieverhoging in de waterkolom in de Voordelta blijft onder de 5 mg/l (zie Figuur 120). De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/l, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/l (zie Tabel 16). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. Daarnaast is gebleken dat zicht geen bepalende factor is voor migratie van trekvissen (zie paragraaf 7.1.3) en zal de concentratieverhoging slechts tijdelijk zijn. Effecten van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta op trekvissen zijn zodoende uitgesloten.

Effecten op zichtjagende vogels (Bruine Bank)
In paragraaf 7.1.3 is de relatie van zichtjagende vogels bij de Bruine Bank met vertroebeling beschreven. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) waarvoor vertroebeling aan het oppervlak relevant is, en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk) (die dieper duiken) waarvoor vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) relevant is. Effecteninschattingen worden op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele tracé tegelijkertijd op. Een eventueel gecumuleerde slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt daarna uit (zie Figuur 121). Rond de Bruine Bank is de maximale concentratieverhoging aan het oppervlak 10 mg/l, maar blijft op het grootste deel van de slibwolk onder de 10 mg/l, en dieptegemiddeld onder de 7,5 mg/l. De hoogste concentratieverhoging bevindt zich direct langs het tracé. De vertroebeling verspreid zich met name ten oosten van het tracé (buiten de Bruine Bank). De grootte van een eventueel gecumuleerde slibwolk varieert dagelijks en is afhankelijk van de locaties van de werkzaamheden van respectievelijk Net op zee Alpha en Beta.

De slibwolk zal tijdelijk zijn, waarna deze op een specifieke locatie onder de 2 mg/l is. Er zijn hierbij voldoende alternatieve foerageergebieden beschikbaar voor zichtjagende vogels (zie Figuur 121). Bovendien beweegt de slibwolk zich mee met de werkzaamheden langs het VKA-tracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het VKA-tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het VKA-tracé af dunt de slibwolk uit. Effecten van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta op zichtjagende vogels van de Bruine Bank zijn zodoende uitgesloten.

Effecten op zichtjagende vogels (Voordelta)
In cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta kan een concentratieverhoging van slib aan het wateroppervlak optreden (zie Figuur 120). De concentratieverhoging blijft onder de 5 mg/l. De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/l, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/l (zie Tabel 16). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. De verhoging van de slibconcentraties vindt verder niet plaats over het gehele tracé of over de gehele Voordelta, maar zal lokaal en tijdelijk zijn (zie Figuur 121). Cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zal zodoende geen significant negatieve effecten hebben op zichtjagende broedvogels in de Voordelta.

Bij de (2x2)-kabelconfiguratie reikt de slibwolk verder naar het noorden rondom de Maasvlakte. Hierdoor hebben zichtjagende vogels zoals de dwergstern en visdief op de Maasvlakte mogelijk niet genoeg uitwijkmogelijkheden. Effecten van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta bij de (2x2)-kabelconfiguratie op de instandhoudingsdoelstellingen van de dwergstern en visdief kunnen zonder een mitigerende maatregel niet worden uitgesloten. De mitigerende maatregel is het houden van een periode van tenminste 4 maanden tussen de aanleg van de kabels van Net op zee Alpha en Beta. Wanneer dit gebeurt zal er geen of nauwelijks cumulatie optreden, waardoor de aanleg ook voor de instandhoudingsdoelstellingen van de dwergstern en visdief geen gevolgen zal hebben.

Effecten op bodemdieren (filterfeeders)
In paragraaf 7.1.3 is de gevoeligheid van filterfeeders voor vertroebeling toegelicht. Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 15 mg/L voor beide kabelconfiguraties. In de Voordelta is de maximale daggemiddelde slibconcentratieverhoging bij de bodem bij de (1x4)-kabelconfiguratie 8,7 mg/L. Het grootste deel van de worst-case slibwolk blijft onder de 5 mg/L, op circa 77 ha na. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie is het oppervlak van de worst-case slibwolk van boven de 5 mg/L circa 6.527 hectare. De maximale concentratieverhoging van deze slibwolk komt echter niet boven de 7,72 mg/L. Na een periode van dagen tot enkele weken neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau.

Deze concentratieverhogingen zijn een fractie (15 mg/l, 7,5%; 8,7 mg/l, 4,4%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen laten zien. De verhoging van de slibconcentraties zal lokaal en tijdelijk zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Indirecte effecten op vogelsoorten door voedseltekort zijn hiermee uitgesloten.

8.5 Elektromagnetische velden

Uit de effectbeoordeling blijkt dat het op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden van Net op zee IJmuiden Ver Beta op zich (zie paragraaf 7.7). Op basis van de nu beschikbare kennis liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Wanneer elektromagnetische velden overlappen kunnen deze elkaar echter beïnvloeden.

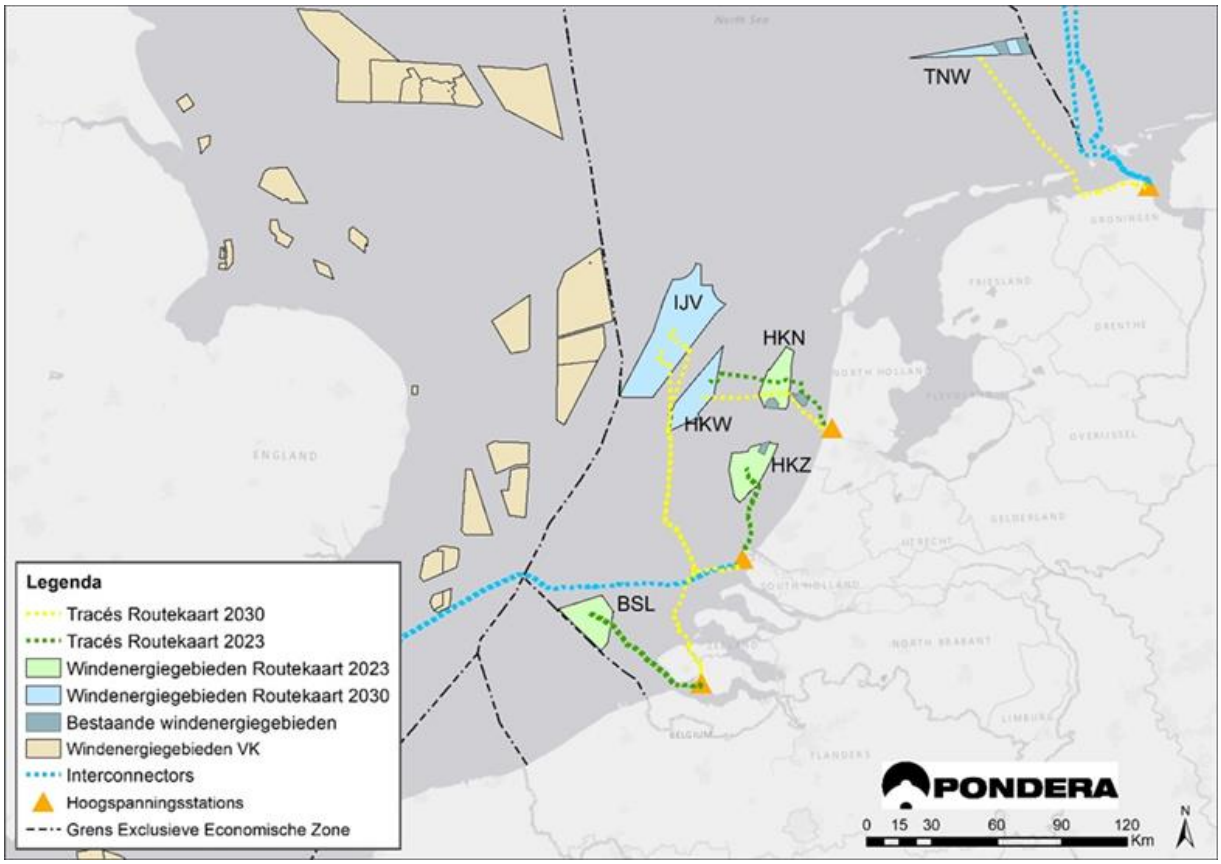
Figuur 124 toont windenergiegebieden en daarin gelegen windparken van Routekaart 2023 en Routekaart 2030 en daarbij horende netten. Er wordt voor cumulatie van elektromagnetische velden gekeken naar de cumulatie van Net op zee IJmuiden Ver Beta met de Wind op zee projecten, waarbij Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt uitgelicht vanwege de nabije ligging van delen van het VKA-tracé (zie Figuur 123), evenals Britned (zie Figuur 122, hierin aangegeven als ‘interconnector’).

Net op zee IJmuiden Ver Alpha omvat, net als Net op zee IJmuiden Ver Beta, de realisatie van een platform op zee in windenergiegebied IJmuiden Ver en bekabeling om deze aan te sluiten op het landnet. De VKA-tracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta lopen over een lengte van circa 79 kilometer parallel (zie Figuur 123). De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta liggen in het parallelgelegen deel van de VKA-tracés 200 meter uit elkaar. Op het moment van intrede in Natura 2000-gebied Voordelta liggen de VKA-tracés enkele kilometers uit elkaar.

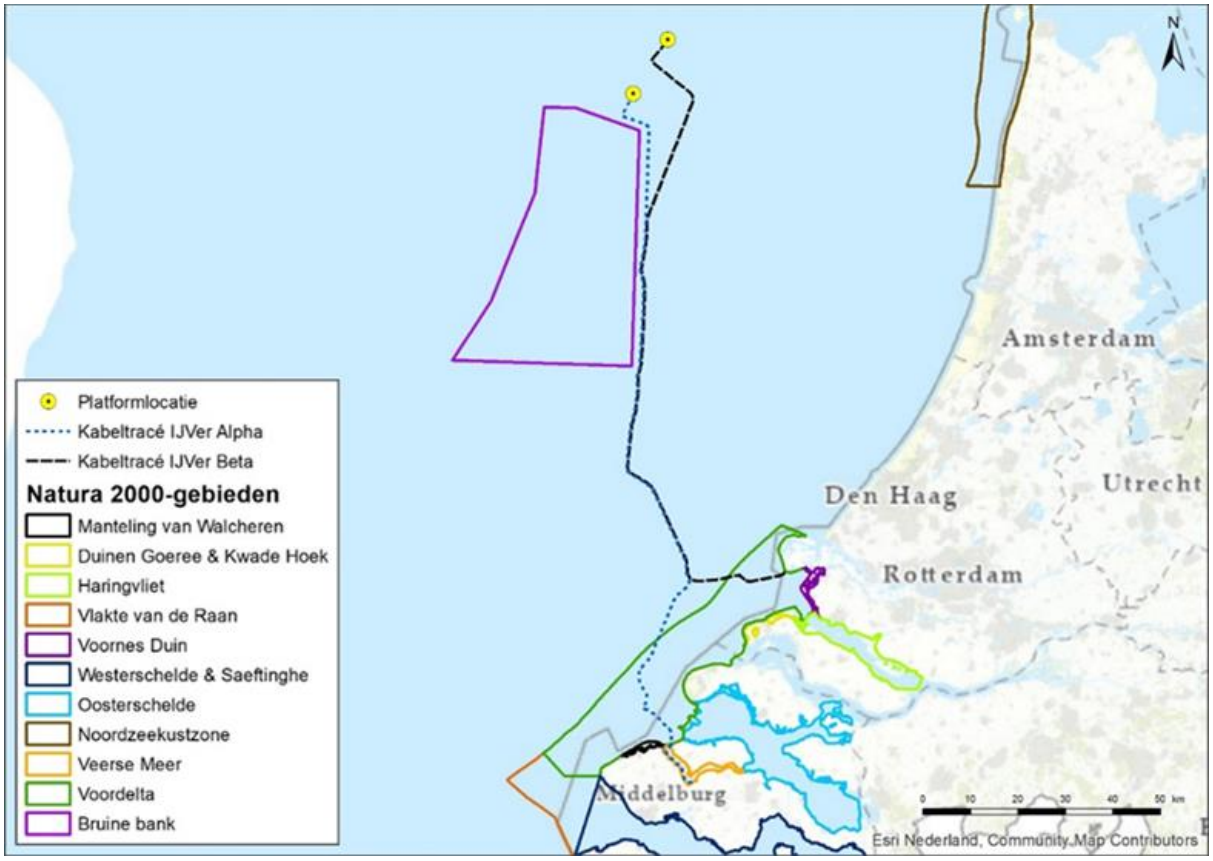
Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. Indien de magneetvelden van de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zouden overlappen, zal er geen cumulatie (versterking van het veld) optreden. Integendeel, het veld neemt af (ofwel accumuleert), zoals beschreven in Figuur 124. In het geval van de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zal er echter geen accumulatie zijn, aangezien de velden niet overlappen. In Figuur 34 is te zien dat het magnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta niet verder rijkt dan 20 meter horizontaal. De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta liggen in het parallelgelegen deel van de VKA-tracés 200 meter uit elkaar. Als de velden niet overlappen, zullen deze elkaar niet beïnvloeden en zal er geen effect zijn van (ac)cumulatie op het elektromagnetisch magnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta.

Ook de kabel van Britned loopt deels parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Beta, in het laatste deel van het VKA tot de aanlanding bij de Maasvlakte (zie Figuur 122, hierin aangegeven als 'interconnector'). Bij Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt een post-constructie exclusie zone aangehouden van 500 meter aan weerszijden (zie paragraaf 3.3.3). De bekabeling van Britned zal buiten deze corridor liggen, dus op minstens 500 meter afstand. Hierdoor zal er geen (ac)cumulatie zijn tussen de velden.

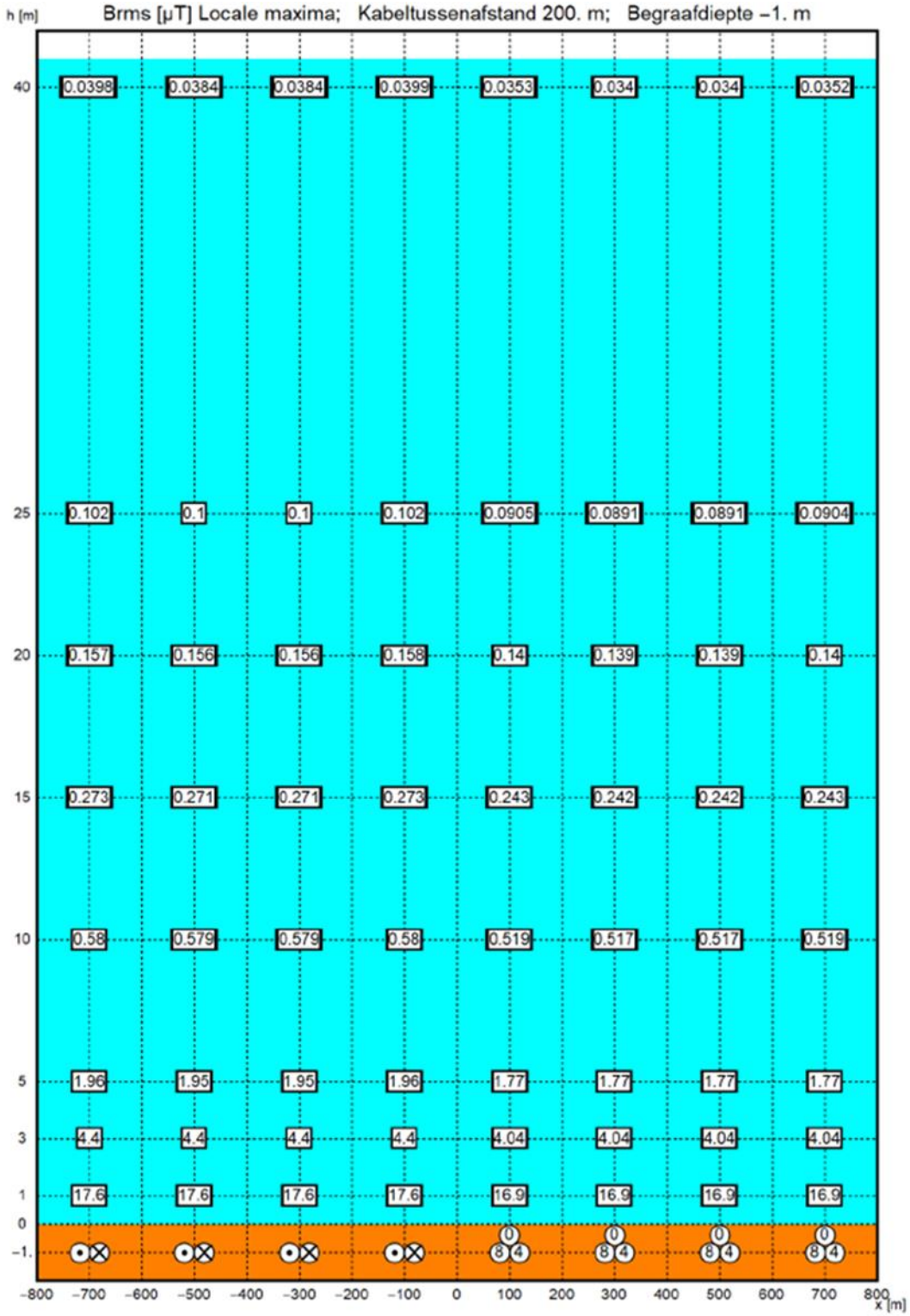
De export kabels, en de daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, van andere kabels van windparken op zee, zowel reeds bestaande alsnog geplande windparken, liggen op grotere afstand waardoor overlap en dus (ac)cumulatie van elektromagnetische velden is uitgesloten.



Figuur 122 Overzicht windparken Routekaart 2023 en 2030 en bijbehorende tracés.



Figuur 123 Ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. De VKA-tracés lopen voor circa 79 kilometer parallel aan elkaar.



Figuur 124 Accumulatie van Elektromagnetische velden op de zeebodem met een afstand van 200 meter tussen kabels. De gelijkstroomkabels zijn aangegeven met twee cirkels naast elkaar, links met punt en rechts met x. Wisselstroomkabels zijn aangegeven met de driehoekige cirkels met 0,8,4 (van Essen, 2021a)

9 Toetsing

9.1 Inleiding en leeswijzer

In hoofdstuk 7 werden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven. In dit hoofdstuk wordt per gevolg het effect getoetst aan de wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt per Natura 2000-gebied vastgesteld of er effecten optreden én of deze een significante impact hebben op instandhoudingsdoelen. De conclusies worden samengevat in de instandhoudingsdoeltabellen. In de leeswijzer hieronder is toegelicht hoe deze tot stand zijn gekomen en hoe deze te interpreteren.

In dit hoofdstuk wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen de (1x4)- en de (2x2)-kabelconfiguratie. De worst-case effecten van de totale activiteit op instandhoudingsdoelen worden hier samengevat.

Leeswijzer en achtergrond tabel
In de tabel zijn de beïnvloedde habitattypen en soorten zoals die in hoofdstuk 5 geïdentificeerd zijn weergegeven. Soorten en habitattypen waarvan in hoofdstuk 6 is vastgesteld dat er geen ruimtelijke overlap en dus geen effect is zijn niet opgenomen. Aan de tabellen zijn de instandhoudingsdoelen toegevoegd. Per doel wordt aangegeven:

Wat de landelijke staat van instandhouding is (SVI Landelijk):
- \+ gunstig
- \- matig ongunstig
- -- zeer ongunstig

Doelstelling oppervlakte en kwaliteit
- \> verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
- = behoudsdoelstelling

Doelstelling populatie
- \> verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
- = behoudsdoelstelling

Getal: doelstelling populatie aantal

In hoofdstuk 5 stond met een X aangegeven of er een effect was. In de onderstaande tabellen zijn deze aanduidingen vervangen door een tekstuele conclusie over de impact van het effect op het instandhoudingsdoel.

9.2 Bruine Bank

Uit hoofdstuk 6 blijkt dat de doelsoorten van de Bruine Bank mogelijk effecten ervaren van vertroebeling (alle), sedimentatie (zeekoet en alk) en verstoring door geluid, beweging en licht (alle). In hoofdstuk 7 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 8 is geconstateerd dat er geen sprake is van cumulatie. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat:

Vertroebeling
Vertroebeling treedt op in het gebied rondom de aanleg van het VKA-tracé, op de oostgrens of net buiten de oostgrens van de Bruine Bank. De vertroebeling is tijdelijk, met een gematigde

concentratie. Het vertroebelde gebied wordt tijdens de aanleg ook verstoord door geluid, beweging en licht. Gedurende de aanleg is daarom voortdurend een zich met de werkzaamheden verplaatsend klein areaal tijdelijk minder geschikt zijn als foerageergebied. Er is ruim voldoende alternatief foerageergebied waardoor significante effecten op zichtjagende vogelpopulaties uitgesloten zijn. Het project heeft geen effect op staat van instandhouding (behoud).

Sedimentatie
Voor schelpdieretende soorten op de Bruine Bank (alk en zeekoet) geldt een behoudsdoel. Er is onderzocht of sedimentatie op schelpdieren een effect kan hebben op de voedselvoorraad van deze vogelsoorten. Er treedt alleen sedimentatie op net buiten de Bruine Bank, op kleine schaal én met een zodanig kleine hoeveelheid dat schelpdieren hier geen effect van ondervinden. Significante effecten via de voedselketen op de benthosetende doelsoorten (alk en zeekoet) zijn daarom uitgesloten.

Verstoring door geluid, beweging en licht
De verstoringscontour voor grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw reikt niet tot in de Bruine Bank. Voor deze dieren is tijdens de werkzaamheden ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig. Jan-van-gent wordt mogelijk wel verstoord, maar kan tijdens de rui vliegen en uitwijken naar een alternatief leefgebied. Ook voor deze soort geldt dat er ruim voldoende alternatief leefgebied is. De verstoring is bovendien tijdelijk van aard waardoor er geen permanent verlies van leefgebied optreedt. Significante effecten op populaties jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw zijn daarom uitgesloten. Alk en zeekoet worden mogelijk, zowel in de zomer- als de winterrui, verstoord. Wanneer de verstoring plaatsvindt tijdens de vleugellamme zomerrui is de verstoring beperkt tot een zeer klein aantal zeekoeten en zijn effecten op de populatie uit te sluiten. Wanneer de verstoring plaatsvindt in de winterrui (waarin de vogels wel kunnen vliegen) is deze groter in omvang maar kunnen de vogels uitwijken. Zodoende zijn ook bij verstoring in de winterrui effecten niet aan de orde. Bovenwaterverstoring op zeevogels kan hooguit leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een ander leef- of foerageergebied, maar is geen sprake van significante effecten op populatieniveau. Significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeevogels (behoud) zijn dan ook uit te sluiten.

Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 20.

Tabel 20 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Bruine Bank. GSE = geen significant effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel

Groep	Instandhoudingsdoelen		SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring geluid, beweging, licht	Conclusie
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	=	=	=	=	Tijdelijk delen foerageergebied niet beschikbaar. Voldoende alternatief aanwezig.		Kan tijdelijk uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE
	A175	Grote jager	=	=	=	=			Tijdelijke verstoring alleen buiten de Bruine Bank. Kan uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE
	A177	Dwergmeeuw	=	=	=	=				GSE
	A187	Grote mantelmeeuw	=	=	=	=				GSE
	A199	Zeekoet	=	=	=	=		Effecten via de voedsel-keten uitge-sloten.	Met toepassing van mitigerende maatregelen geen verstoring tijdens ruiseizoen. Op andere momenten in het jaar kunnen de dieren tijdelijk uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE
	A200	Alk	=	=	=	=				GSE

9.3 Voordelta

Uit hoofdstuk 6 blijkt dat in de Voordelta effecten kunnen optreden door sedimentatie, continu onderwatergeluid, impuls-onderwatergeluid, verstoring door geluid, beweging en licht, habitataantasting en elektromagnetische velden. In hoofdstuk 7 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 8 is geconstateerd dat er geen sprake is van cumulatie. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat:

Sedimentatie
Er is sprake van sedimentatie op een klein oppervalk van 1 hectare in de Voordelta (<0.001% van habitattype H11110B). De landelijke staat van instandhouding van dit habitattype is ongunstig. De locatie van de sedimentatie overlapt met habitataantasting. Na verloop van tijd zal het habitat zich herstellen van zowel de schade door sedimentatie als die door habitataantasting, uitgaande van dat er geen onderhoud plaatsvindt aan de kabels en de bodem onberoerd blijft. Het oppervlak wordt dus behouden, wat conform is aan het instandhoudingsdoel (behoud). Het aangetaste oppervlak is bovendien zo klein dat er geen sprake is van een significant negatief effect op de kwaliteit van het habitattype (doelstelling behoud). Significant negatieve effecten op de landelijke en lokale staat van instandhouding van dit habitattype zijn uitgesloten.

Het aangetaste oppervlak is zo klein dat een tijdelijk verlies van benthos ter plaatse geen effect heeft op de voedselbeschikbaarheid voor foeragerende vogels. Significante negatieve effecten van sedimentatie op de staat van instandhouding (behoud kwaliteit en oppervlak habitat) voor niet-broedvogels in de Voordelta zijn daarom uitgesloten.

Continu onderwatergeluid
Er is sprake van tijdelijke verstoring door onderwatergeluid in de Voordelta. Een deel van deze verstoring vindt plaats in al verstoord habitat waar sprake is van gewenning. Op deze locaties heeft de verstoring dus geen invloed op de kwaliteit van het habitat. Tijdelijke verstoring op andere locaties zal ook geen permanent effect hebben op de habitatskwaliteit. Het project heeft geen negatieve invloed op de instandhoudingsdoelen voor de kwaliteit van het habitat van trekvissen of zeezoogdieren, namelijk behoud of verbetering. Er zijn ruim voldoende uitwijkmogelijkheden voor trekvissen en zeezoogdieren. Doordat het geluid zich verplaatst, is er geen sprake van barrièrewerking. De kans dat individuele zeezoogdieren TSS oplopen door de werkzaamheden, is verwaarloosbaar. Negatieve effecten op de populatiedoelstelling (behoud of verbetering) zijn dus niet aan de orde. Significante effecten van continu onderwatergeluid op de staat van instandhouding zeezoogdieren of trekvissen (landelijk zeer ongunstig/ongunstig) zijn uitgesloten omdat de kwaliteit van het habitat behouden blijft en er geen effect op individuele dieren of populaties is.

Impuls-onderwatergeluid
Impuls-onderwatergeluid reikt niet tot in de Voordelta. Zeezoogdieren en trekvissen waar in de Voordelta een instandhoudingsdoel voor is, kunnen wel buiten de Voordelta met het impuls-onderwatergeluid van dit project in aanraking komen. In de Voordelta gelden instandhoudingsdoelen voor populatiebehoud en vergroting voor zeeprik, rivierprik, elft, fint, bruinvis, grijze zeehond, en gewone zeehond. Landelijk is de staat van instandhouding van deze soorten (zeer) ongunstig. Om effecten op individuen van deze en andere soorten te beperken zijn vier mitigerende maatregelen genomen: het gebruik van een Acoustic Deterrent Device (ADD) en een slow start, het gebruik van een bellenscherm of vergelijkbare geluidsreducerende maatregel en het nogmaals doorrekenen van het heigeluid als de definitieve hei-opstelling bekend is. Met toepassing van deze maatregelen blijkt uit hoofdstuk 7 dat individuele dieren mogelijk tijdelijk ander foerageergebied moeten zoeken, maar dat significante effecten op de bruinvis- en zeehonden populaties zijn uitgesloten. Voor trekvissen geldt dat de kans dat aanwezige beschermde soorten aangetast worden op een populatieniveau verwaarloosbaar klein is. Significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeezoogdieren en trekvissen, zowel landelijk als in de Voordelta, zijn daarom uitgesloten.

Verstoring door geluid, beweging en licht
De route van het VKA-tracé in de Voordelta loopt langs de Hinderplaat. Deze plaat wordt gebruikt door zogende grijze en gewone zeehonden, die tijdens het zoog- en verhaarseizoen verstoringsgevoelig zijn. De Hinderplaat is dynamisch en de toekomstige ligging is niet te voorspellen. Het nemen van een mitigerende maatregel (zie paragraaf 10.2) is daarom nodig om significante effecten van verstoring op de populatie gewone (verbeterdoelstelling) en grijze (doelstelling behoud) zeehonden in de Voordelta te voorkomen. Buiten het verstoringsgevoelige seizoen is een ruim oppervlak beschikbaar dat door de werkzaamheden niet verstoord wordt om naar uit te wijken en zijn significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeehonden daarom uitgesloten.

In de Voordelta geldt voor de kwaliteit van het habitat en populaties van niet-broedvogels een behoudsdoelstelling. Doordat er al verstoring optreedt in een groot deel van het studiegebied, én de verstoring tijdelijk is blijft de kwaliteit van het habitat gelijk, conform de doelstelling. Binnen het verstoringsbereik van de vaargeul en het VKA-tracé bevinden zich verstoringgevoelige vogels zoals de roodkeelduiker, de zwarte zee-eend en de bergeend. Voor de roodkeelduiker en zwarte zee-is er ruim voldoende uitwijkmogelijkheid naar alternatief verblijf- en rustgebied. En zijn significante effecten van verstoring in de Voordelta op populaties van de zwarte zee-eend en de roodkeelduiker daarmee uitgesloten. Om te voorkomen dat er significante effecten op de bergeend populatie in de Voordelta optreden is er een mitigerende maatregel nodig (zie paragraaf 10.2).

Habitataantasting
In de Voordelta vindt aantasting plaats van habitattypen H1110B (0.01 % van het areaal). Voor dit habitattype geldt een behoudsdoel voor kwaliteit en oppervlak in de Voordelta. Het verstoorde oppervlak is beperkt. Er kan aantasting plaatsvinden in het bodembeschermingsgebied (<0.13% van het areaal). In het bodembeschermingsgebied is zware bodemberoerende visserij niet toegestaan. Habitataantasting door Net op zee IJmuiden Ver Beta is minder intensief dan de boomkorvisserij, voornamelijk omdat het eenmalig is waarna de bodem zich kan herstellen. Langs het VKA-tracé lijken zich geen hotspots te bevinden, behalve van halfgeknotte strandschelp bij de aanlanding. Het VKA-tracé loopt hier langs de rand van de hotspot waar zich lagere aantallen bevinden. Habitataantasting van dit relatief kleine areaal is tijdelijk en bodemfauna zal zich na 3 tot 5 jaar hersteld hebben. Op land is er een smalle strook van habitataantasting die overlapt de Voordelta. Deze strook beïnvloedt geen habitattypen. Leefgebied voor vogels met een instandhoudingsdoelstelling is hier ook niet aanwezig. Er zijn dus geen negatieve effecten op het behoud van de kwaliteit en het oppervlak op de lange termijn. Significante negatieve effecten van habitataantasting zijn daarom uitgesloten.

Elektromagnetische velden
Uit de effectbeoordeling blijkt dat op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden, dat het niet aannemelijk is dat zeehonden of trekvissen een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelen van populaties, of voor habitatkwaliteit voor deze soorten zijn daarmee uitgesloten.

Bruinvissen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. De landelijke staat van instandhouding van de bruinvis is ongunstig. In de Voordelta geldt een verbeteringsdoel voor de kwaliteit van het habitat en voor de omgang van de populatie. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij verstoring optreedt in het navigatievermogen. Het is daarom niet aannemelijk dat de populatie bruinvissen in de Voordelta of over het gehele NCP negatieve effecten ondervindt van elektromagnetische velden van de export kabel IJmuiden Ver Beta. Uit berekeningen en kaarten bleek in paragraaf 8.5 dat (ac)cumulatie van velden is uitgesloten. De kwaliteit van het habitat voor bruinvis blijft daarom gelijk aan de huidige situatie. Dit project heeft daarom geen significant negatief effect op het instandhoudingsdoel voor habitatkwaliteit of populatieomvang van de bruinvis.

Samenvatting
Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 21.

Tabel 21 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Voordelta. NB = Niet Beinvloed. GSE = Geen Significant Effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel.

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Sedimentatie	Continu onderwater geluid	Impuls-onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
Habitat-typen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	-	=	=		Gering oppervlak, overlap met habitat-aantasting. Habitat herstelt zich.				Tijdelijke schade op zeer kleine schaal. Habitat herstelt zich.		GSE
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	+	=	=		NB				NB		GSE
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	-	=	=						NB		GSE
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	+	=	=						NB		GSE
	H1320	Slijkgrasvelden	--	=	=						NB		GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Sedimentatie	Continu onderwater geluid	Impuls-onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	-	=	=						NB		GSE
	H2110	Embryonale duinen	+	=	=						NB		GSE
	H2120	Witte duinen	-	=	=						NB		GSE
Habitat-soorten	H1095	Zeeprik	-	=	=	>		Tijdelijke verstoring in gebieden waar gewenning is opgetreden. Voldoende uitwijk-mogelijkheden, géén barrière vorming.	Met toepassing mitigerende maatregelen geen effect op populatieniveau en daarmee geen extern effect.			Geen effect	GSE
	H1099	Rivierprik	-	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1102	Elft	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1103	Fint	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1351	Bruinvis	-	=	>	=						Geen verstoring navigatie-vermogen	GSE
	H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=				Met toepassing van mitigerende maatregel voor zogende grijze en gewone zeehonden geen effect op populatieniveau		Geen effect	GSE
	H1365	Gewone zeehond	-	=	>	>						Geen effect	GSE
Niet	A001	Roodkeelduiker	-	=	=	n.v.t.							GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Sedimentatie	Continu onderwater geluid	Impuls-onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
	A005	Fuut	-	=	=	280				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijk-heden			GSE
	A007	Kuifduiker	+	=	=	6				NB			GSE
	A017	Aalscholver	+	=	=	480				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijk-heden			GSE
	A034	Lepelaar	+	=	=	10				NB			GSE
	A043	Grauwe gans	+	=	=	70				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijk-heden			GSE
	A048	Bergeend	+	=	=	360	NB			NB			GSE
	A050	Smient	+	=	=	380				Tijdelijke verstoring in reeds verstoord gebied, voldoende uitwijk-mogelijk-heden			GSE
	A051	Krakeend	+	=	=	90							GSE
	A052	Wintertaling	-	=	=	210							GSE
	A054	Pijlstaart	-	=	=	250							GSE
	A056	Slobeend	+	=	=	90							GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Sedimentatie	Continu onderwater geluid	Impuls-onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
	A062	Toppereend	--	=	=	80							GSE
	A063	Eidereend	--	=	=	2500	NB						GSE
	A065	Zwarte zee-eend	-	=	=	9700							GSE
	A067	Brilduiker	+	=	=	330							GSE
	A069	Middelste zaagbek	+	=	=	120							GSE
	A130	Scholekster	--	=	=	2500							GSE
	A132	Kluut	-	=	=	150							GSE
	A137	Bontbekplevier	+	=	=	70							GSE
	A141	Zilverplevier	+	=	=	210				NB			GSE
	A144	Drieteenstrandloper	-	=	=	350	NB			Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijkheden	Geen impact op voedsel-beschik-baarheid		GSE
	A149	Bonte strandloper	+	=	=	620				NB			GSE
	A157	Rosse grutto	+	=	=	190				NB			GSE
	A160	Wulp	+	=	=	980				Tijdelijke verstoring,			GSE
	A162	Tureluur	-	=	=	460							GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Sedimentatie	Continu onderwater geluid	Impuls-onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
	A169	Steenloper	--	=	=	70				voldoende uitwijk-mogelijkheden			GSE
	A177	Dwergmeeuw	-	=	=	=							GSE
	A191	Grote Stern	--	=	=	=							GSE
	A193	Visdief	-	=	=	=							GSE

9.4 Overige Natura 2000-gebieden

Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta leidt tot een tijdelijke stikstofdepositie in een groot aantal Natura 2000-gebieden gedurende de aanlegfase van drie tot vier jaar. Na realisatie is geen sprake meer van meetbare stikstofdepositie. Daarbij reduceert het project gedurende de exploitatiefase een veelvoud hiervan aan stikstofdeposities als gevolg van het mogelijk maken van elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector en het vervangen van elektriciteitsopwekking door verbranding van fossiele energie, zoals kolen en gas, door duurzame elektriciteitsopwekking.

Uit de ecologische beoordeling stikstof volgt dat de geringe en eenmalige toename van de stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta voor geen van de stikstofgevoelige habitattypen, waarvoor op dit moment een (gedeeltelijke) overschrijding van de KDW plaatsvindt, leidt tot een significant negatief effecten op de kwaliteit. Dit geldt voor het Natura 2000-gebied met de hoogste eenmalige depositie van 0,91 mol N/ha, Voornes Duin, alsook voor de overige Natura 2000-gebieden waarop een lagere eenmalige depositie neerkomt

10 Conclusie

10.1 Gebiedsbescherming

In hoofdstuk 9 wordt er getoetst aan de effecten van zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie.. Er wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen de (1x4)- en de (2x2)-kabelconfiguratie in deze conclusie.

Het uitvoeren van Net op zee IJmuiden Ver Beta leidt niet tot significant negatieve effecten op vogelrichtlijnsoorten door vertroebeling en sedimentatie in Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Voordelta, en niet op significant negatieve effecten op vogelrichtlijnsoorten door verstoring door geluid, beweging en licht in Natura 2000-gebied Bruine Bank. In Natura 2000-gebied Voornes Duin zijn significant negatieve effecten door habitataantasting op vogelrichtlijnsoorten eveneens uitgesloten. Daarnaast is het uitgesloten dat aangewezen habitattypen en doelsoorten voor Natura 2000-gebieden Voordelta en Voornes Duin significant negatieve effecten ondervinden als gevolg van sedimentatie, continu onderwatergeluid, verstoring door geluid, beweging en licht, habitataantasting en elektromagnetische velden. Met inachtneming van de mitigerende maatregelen (uitgelicht in paragraaf 10.2) zijn significant negatieve effecten als gevolg van impuls-onderwatergeluid en verstoring door geluid, beweging en licht in Natura 2000-gebied Voordelta uitgesloten. De stikstofdepositie leidt niet tot significante verslechtering van de kwaliteit van habitattypen in de betrokken Natura 2000-gebieden.

Cumulatieve significante effecten met andere projecten en activiteiten zijn, met inachtneming van de mitigerende maatregelen, eveneens uitgesloten. De activiteiten kunnen daarom uitgevoerd worden in overeenstemming met de bepalingen van de Wet natuurbescherming.

10.2 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen worden toegepast:
Ter beperking van onderwatergeluid:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het plaatsen van een bellenscherm.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie voor het beperken van onderwatergeluid bij heiwerkzaamheden het gewenste effect heeft worden ter controle project specifieke berekeningen uitgevoerd wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm van Hollandse Kust (zuid). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee zal de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.

- Om te borgen dat de uit te voeren tweede ronde surveys binnen de berekeningen van deze Passende Beoordeling (zie paragraaf 4.5) blijven, worden voorafgaand aan de start van de surveys specifieke berekeningen worden uitgevoerd door de uitvoerder van de surveys (op basis van werkelijk in te zetten materieel). Er is nu in deze Passende Beoordeling aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de eerste ronde surveys. Indien uit de berekeningen van de uitvoerder blijkt dat niet voldaan kan worden aan de bovengrens van de in deze PB opgenomen effecten, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te worden getroffen. Deze moeten ter goedkeuring in een aanpassing op de ontheffingsaanvraag voorgelegd worden aan het bevoegd gezag.

Ter beperking van verstoring door bovenwatergeluid:

- Bij werkzaamheden gedurende het werp- en zoogseizoen van de gewone en grijze zeehond op de Voordelta of op de tweede Maasvlakte wordt gebruik gemaakt van een professionele zeehondenwaarnemer. Aangezien zeehonden gebruik maken van de Hinderplaat om te zogen, mogen deze niet verstoord worden. De zeehondenwaarnemer legt indien werpende, zogende of jonge zeehonden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stil, totdat de zeehonden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet automatisch voor het hele zoogseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel op zee moet de zeehondenwaarnemer aanwezig zijn op het schip om vanaf daar de werkzaamheden stil te leggen indien nodig. De zeehondenwaarnemer verifieert of er zeehonden aanwezig zijn binnen 1200 m vanaf het schip. De zeehondenwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap hij/zij hiervoor nodig heeft. De zeehondenwaarnemer moet tijdens de werkzaamheden op land, wanneer het kan, vanaf het strand de zeehonden waarnemen. Indien het zicht te laag is zal de zeehondenwaarnemer het werk ook stilleggen. Als onverhoopt de werkzaamheden hierdoor het gehele zoogseizoen geen doorgang kunnen vinden, worden deze na het zoogseizoen afgerond. Gezien de kans op zogende zeehonden bij hoogwater lager is én de werkzaamheden niet stilgelegd hoeven te worden als deze al bezig zijn als er een zeehond naast de boot komt zogen, is de kans op complete stillegging klein.
- Tijdens werkzaamheden gedurende het ruiseizoen (juni t/m september) van de bergeend op de tweede Maasvlakte moet er gebruikt gemaakt worden van een professionele vogelwaarnemer. Aangezien bergeenden tijdens de rui gebruik maken van het water rondom de aanlanding van de kabel op land mogen deze niet verstoord worden. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel op zee dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1500 m van de werkzaamheden. De vogelwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap hiervoor geschikt is. De vogelwaarnemer moet tijdens de werkzaamheden op land, wanneer het kan, vanaf het strand de bergeenden waarnemen. Indien zicht te slecht is zal de vogelwaarnemer het werk ook stilleggen.

Ter voorkoming van cumulerende effecten van vertroebeling:

- Om ervoor te zorgen dat er geen cumulatie van de slibwolken optreedt zal er tenminste een periode van 4 maanden zitten tussen de aanleg van de kabels van IJmuiden Ver Net op Zee Alpha en IJmuiden Ver Net op Zee Beta, waardoor de aanleg ook voor de dwergstern en visdief geen gevolgen zal hebben.

Ter algehele borging worden de volgende maatregelen genomen:

- In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft, dat verlichting naar binnen is gericht, en dat deze naar buiten toe wordt afgeschermd.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol. Hierin komt onder andere afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten te staan. In het ecologisch werkprotocol komen de maatregelen vanuit Natura 2000-wetgeving (voorliggende PB) en de soortenbescherming (separate soortenbeschermingstoets) samen.

11 Referenties

Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (Phoca vitulina) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16*, *November*, 43. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18174/400306.

Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding.* (Issue december).

Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4*.

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2019). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2017/2018*.

Arts, F. A., Lilipaly, S., & Strucker, R. C. W. (2016). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015*.

Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. . (1998). *Risico Analyse Mariene systemen: verstoring door menselijk gebruik. WL-rapport T1660.*

Baptist, M. J., .

BIJ12. (2017a). *Kennisdocument Noordse woelmuis*.

BIJ12. (2017b). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bijlsma, R. J., Janssen, J. A. M., Weeda, E. J., & Schaminée, J. H. J. (2014). *Gunstige referentiewaarden voor oppervlakte en verspreidingsgebied van Natura 2000-habitattypen in Nederland*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Breine, J., & Van Thuyne, G. (2014). *Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014*.

Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en*

storende factoren.
Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle Cerastoderma edule (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *150*(PB), 271–280.
Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.
Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water.*
CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2014). *Typische soorten van de Noordzeekust, 1994-2012. (indicator 1562, versie 01 , 28 maart 2014)* .
Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020). *Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019*.
Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.
de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.
de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.
de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.
de Jong, C., Binnerts, B., Prior, M., Colin, M., Ainslie, M., Mulder, I., & Hartstra, I. (2019). *Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions", report TNO 2018 R11671*.
De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123
den Held, S. L. M., Grootjans, K. H., & van den Broek, T. (2016). *beheerplan bijzondere natuurwaarden Voornes Duin*.
Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*
Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). *Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra*.
Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.
Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.
Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012
Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.
Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems - Dollard estuarium en de Waddenzee: eindrapport van het project Baghwad*3.*
European Environmental Agency. (2019). *EUNIS -Factsheet for Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time*.
Fijn, R
Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European Seabirds as a tool for marine spatial planning. *Frontiers in Marine Science*, *6*(APR), 1–15.

https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192
Garniel, A. D., W.D., Mierwald, U., & Ojowski, U. (2007). *Vögel und Verkehrslärm*.
Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20*, *February*, 23.
Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.
Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. *61*, 127–136.
Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
Gill, A. B., Bartlett, M., & Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology*, *81*(2), 664–695. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x
Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).
Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6
Goudswaard, K., & van Bemmelen, R. (2010). *Een verkenning naar de natuurwaarden van de Zeeuwse Banken*.
Groot, A. V. de, Scholl, M. M., & Kuiters, A. T. (2016). *HPZ: verwachting 2015 over ontwikkeling vegetatie, duinen en habitats na 4 en 20 jaar*.
Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode*, *2017*, 2171–2185.
Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, *36*(1), 41–55.
Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.
Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *25*, 39–64.
Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.
Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, *74*(3), 635–651.
Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). *Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.*
Hoekstein, M Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.
Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.*
Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.
INBO, & ANB. (2019). *Rosse grutto | Ecopedia*.
Jak, R. G., Bos, O. G., Witbaard, R., & Lindeboom, H. J. (2009). *Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapport C065/09.j*.

Jak, R., & Tamis, J. (2011). *Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone Van doelen naar opgaven voor natuurbescherming*.

Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C*.

Energiedialoog, (2016).

Kamerstuk 31510, nr. 64. (2016). *Energieagenda "Naar een CO2-arme energievoorziening."*

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700. https://link.springer.com/article/10.1007/s10641-012-0059-5#citeas

Kelly, F. L., & King, J. J. (2001). A review of the ecology and distribution of three lamprey species, Lampetra fluviatilis (L.), Lampetra planeri (Bloch) and Petromyzon marinus (L.): a context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 165–185.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. *Marine Biology and Ecology*, *61*, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. *Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maes, Joachim, & Ollevier, F. P. (2005). *Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik*.

Maes, Joachim, Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Maitland, P. S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *37*(11), 1944–1952.

Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura. 2000. *Rivers, Ecology Series*, *3*.

Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(9), 6523–6534.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment - A literature review* -.

Metawad. (2016). *Rosse grutto - Metawad*.
Ministerie van Economische Zaken. (2008a). *Profielschets Fint H1103 (Alosa fallax)*.
Ministerie van Economische Zaken. (2008b). *Profielschets Rivierprik H1099 (Lampetra fluviatilis)*.
Ministerie van Economische Zaken. (2008c). *Profielschets Zeeprik H1095 (Petromyzon marinus)*.
Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.
Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.
Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.
ministerie van EZK. (2018). Routekaart windenergie op zee 2030. In *Kamerstuk 33561, nr. 42*.
Ministerie van Infrastructuur & Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan*.
Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. (2021). *Ontwerpbesluit Natura 2000-gebied Bruine Bank*.
Ministerie van LNV. (2008a). *Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten* .
Ministerie van LNV. (2008b). *Bontbekplevier (Charadrius hiaticula) A137*.
Ministerie van LNV. (2008c). *Brilduiker (Bucephala clangula) A067*.
Ministerie van LNV. (2008d). *Dwergmeeuw (Larus minutus) (A177)*.
Ministerie van LNV. (2008e). *Kluut (Recurvirostra avosetta) A132*.
Ministerie van LNV. (2008f). *Kuifduiker (Podiceps auritus) A007*.
Ministerie van LNV. (2008g). *Natura 2000 profiel: Geoorde Fuut (A008)* (Issue september).
Ministerie van LNV. (2008h). *Smient (Anas penelope) A050*.
Ministerie van LNV. (2008i). *Topper (Aythya marila) A062*.
Ministerie van LNV. (2008j). *Zilverplevier (Pluvialis squatarola) A141*.
Ministerie van LNV. (2008k). *Zwarte zee-eend (Melanitta nigra) A065*.
Ministerie van LNV. (2009). *Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae) (H1330)* .
Ministerie van LNV. (2014a). *H1110 Permanent overstroomde zandbanken*.
Ministerie van LNV. (2014b). *profiel Zeekoet (Uria aalge) (A199)*.
Ministerie van LNV. (2016). *Noordse woelmuis (Microtus oeconomus ssp. arenicola) | Beschermde natuur in Nederland*.
Ministerie van LNV. (2020). *Natura-2000 Voornes Duin*. https://www.natura2000.nl/index.php/gebieden/zuid-holland/voornes-duin
Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*.
Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.
Moorsel, G. Van, Horssen, P. Van, & Poot, M. (2020). *Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta Godfried van Moorsel - Ecosub Martin Poot – Centraal Bureau voor de Statistiek Leo Soldaat - Centraal Bureau voor de Statistiek*. *October*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35520.76800
Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105
NDFF Verspreidingsatlas. (2020). *NDFF Verspreidingsatlas | Phoca vitulina - Gewone zeehond*.
NDFF Verspreidingsatlas | Microtus oeconomus - Noordse woelmuis. (2019).
Noordzeeloket. (2019). *Voordelta*.
Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*
Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.
Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse*

kustzone in 2019 (Issue december).
Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, *75*(3).
Ramaker, R. (2015). *Bruinvis weer thuis in schonere Westerschelde*. Resource - Wageningen University.
RAVON. (2021a). *Elft*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/elft
RAVON. (2021b). *Rivierprik*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/rivierprik
RAVON. (2021c). *Zeeprik*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/zeeprik
Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation 1997 6:4*, *6*(4), 567–581. https://doi.org/10.1023/A:1018385312751
Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.
Rijksoverheid. (2017). *Vertrouwen in de toekomst - Regeerakkoord 2017 - 2021 VVD, CDA, D66 en ChristenUnie*.
Rijkswaterstaat. (2016). *Beheerplan Natura 2000 Voordelta 2015-2021*.
Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).
Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloei door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
Schiedon, E., & Jans, M. (2021). *Notitie Berekening bruinvisverstoringsdagen bij globale kabelsurvey IJmuiden Ver (IJVa, IJVb & IJVg). 20210297/not08.*
Sierdsema, H., & Foppen, R. (2014). *Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels*.
Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad Alosa fallax (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, *41*(3), 24–32.
Smit, C. J., & de Jong, M. (2011). *Aantallen en verspreiding van Elders, Toppers en zee-eenden in de winter van 2010 - 2011.*
Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.
Sociaal-Economische Raad. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*.
Soortenbank.nl. (2019). *SoortenBank.nl : Brilduiker - Bucephala clangula*.
Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125
Sovon.
Sovon. (2021c). *Bonte strandloper*. stats.sovon.nl/stats/soort/5120
Sovon. (2021d). *Brilduiker*.
Sovon. (2021e). *Drieteenstrandloper*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/4970
Sovon. (2021f). *Eider*.
Sovon. (2021h). *Geoorde Fuut*. https://www.sovon.nl/nl/soort/120
Sovon. (2021i). *Grauwe Gans*. /soort/1610
Sovon. (2021k). *Krakeend*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/1820
Sovon. soort/110
Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel rivierprik*.
St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moult location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series*, *599*, 239–251. https://doi.org/10.3354/meps12624

Staatscourant. (2016). Wet van 16 december 2015, houdende regels ter bescherming van de natuur (Wet natuurbescherming). *Staatsblad 2016*, *34*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van de Wetering, B., Jans, S., & Schiedon, E. (2021). *Voortoets Wet Natuurbescherming Kabel Survey. 20210297/rap02.*

van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021a). *IJMUIDEN VER A + B : Magneetvelden AC- en DC-zeekabels*.

van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

Voslamber, B. (2010). *Pilotstudie Grauwe Ganzen (Anser anser) De Deelen, 2007-2009. Onderzoek naar het uitrasteren van een broedpopulatie Grauwe Ganzen met als doel de populatie te beperken en landbouwschade te verminderen. SOVON-onderzoeksrapport 2010/02*.

Waarlo, N. (2021). *Bijna een eeuw was er amper een elft in Nederland, vandaag worden er tachtigduizend uitgezet in de Waal*. Volkskrant.

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

BIJLAGE A ECOLOGISCHE BEOORDELING STIKSTOFDEPOSITIE

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Auteurs

Projectnummer
30069169

Datum
12-11-2021

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

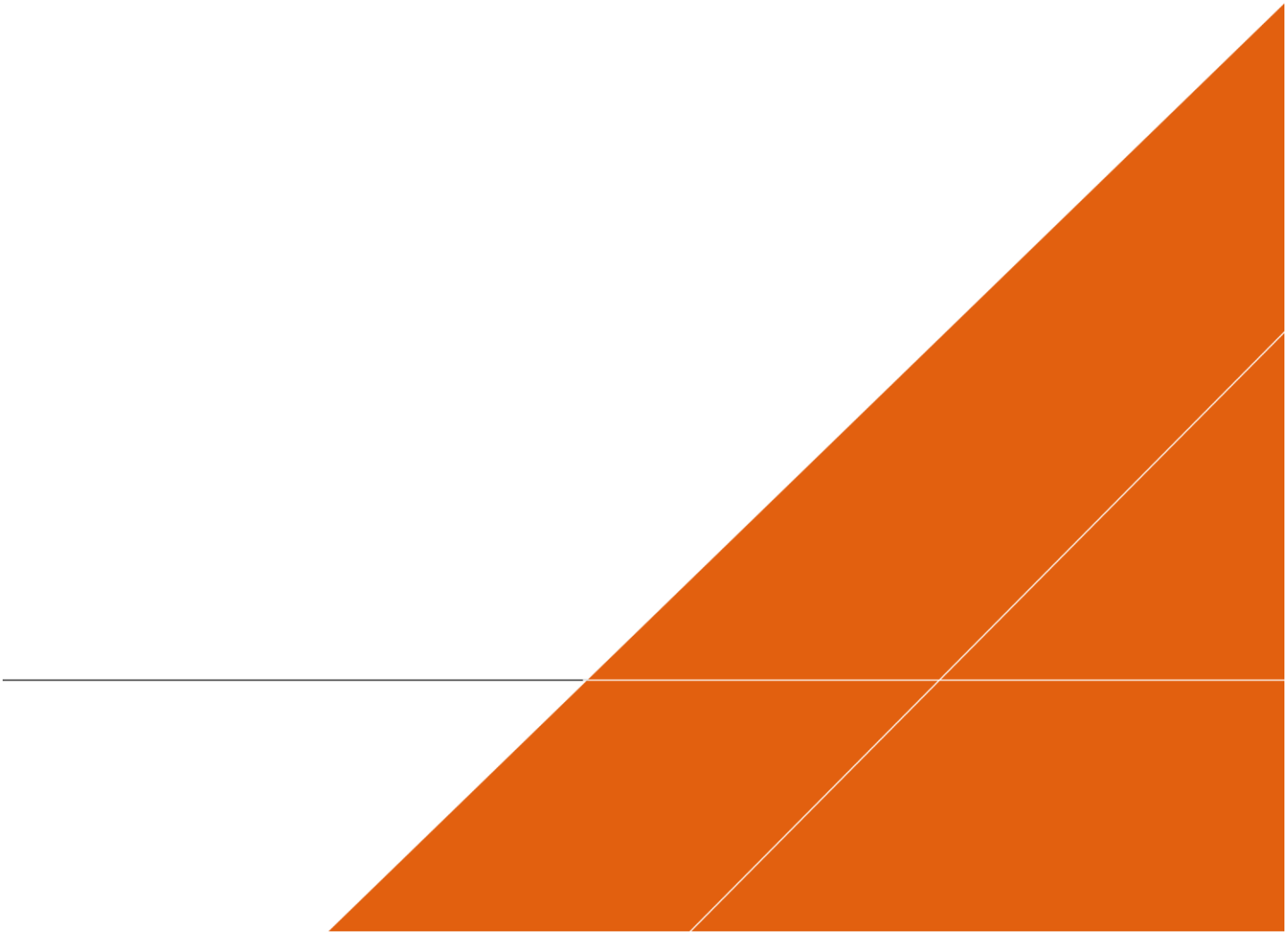
ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

ECOLOGISCHE BEOORDELING STIKSTOFDEPOSITIE

Bijlage A bij de Passende Beoordeling van Net op zee IJmuiden Ver Beta

TenneT TSO

12 NOVEMBER 2021



Contactpersoon

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 AANLEIDING, DOEL EN UITGANGSPUNTEN 5

1.1 Inleiding 5

1.2 Wet- en regelgeving stikstofdepositie 5

1.2.1 Wet natuurbescherming 5

1.2.2 Stikstofdepositie en het PAS 6

1.2.3 Cumulatie van effecten 8

1.3 Uitgangspunten 8

1.3.1 Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie 8

1.3.2 Potentieel negatief effect stikstofdepositie 9

2 REIKWIJDTE EFFECTEN EN REKENRESULTAAT 10

2.1 Depositie in Natura 2000-gebieden in Nederland 10

2.2 Depositie in buitenlandse Natura 2000-gebieden 10

2.2.1 Natura 2000 in Duitsland 10

2.2.2 Natura 2000 in Vlaanderen 11

2.2.3 Natura 2000 in Wallonië 12

3 DE ECOLOGISCHE BETEKENIS VAN STIKSTOF 13

3.1 Toelichting 13

3.2 Natuurlijk voorkomen van stikstof 13

3.3 Stikstofemissie en stikstofdepositie 14

3.4 Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof 15

3.5 Kritische depositiewaarden 17

3.6 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland 18

4 METHODE ECOLOGISCHE BEOORDELING 19

4.1 Inleiding 19

4.2 Bijdrage project 20

4.2.1 Landelijk beeld 20

4.2.2 Stikstofemissies en -deposities van het project 21

4.2.3 Stikstofreductie door uitrol windenergie 22

4.3 Wijze van beoordelen 23

4.3.1 Hoogte van de depositie 23

4.3.2 Beoordelen effect stikstofdepositie 23
4.3.3 Leefgebieden versus habitattypen 24

5 EFFECTBEOORDELING HABITATTYPEN 25
5.1 Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin 25
5.1.1 Wijze van beoordeling 25
5.1.2 Korte gebiedskarakteristiek 26
5.1.3 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin 27
5.1.4 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin 55
5.2 Conclusie specifieke habitattypebeoordeling 55

6 EFFECTBEOORDELING STIKSTOFDEPOSITIE 57
6.1 Inleiding 57
6.2 Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten 57
6.3 Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie 58
6.4 Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling 59
6.5 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie 60
6.6 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen 62
6.7 Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen 64
6.8 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie 64
6.9 Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang 65
6.10 Conclusie effect tijdelijke, lage stikstofdepositie 65

7 BEOORDELING CUMULATIE 66

8 CONCLUSIE STIKSTOFDEPOSITIE REALISATIE NET OP ZEE IJMUIDEN VER BETA 67

9 BRONNEN 68

1 AANLEIDING, DOEL EN UITGANGSPUNTEN

1.1 Inleiding

Deze Ecologische beoordeling stikstof gaat in op het effect van stikstofuitstoot als gevolg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta op de instandhouding van stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden en daarmee de natuurlijke kenmerken van de betreffende Natura 2000-gebieden. Deze rapportage is een bijlage bij de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER) voor MER en inpassingsplan en geeft een uitgebreide toelichting op de potentiële negatieve effecten van stikstofdepositie als gevolg van de tijdelijke activiteiten voor de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta.

Hiervoor is een berekening gedaan met de meest recente versie van Aerius, waaruit blijkt dat sprake is van enige vorm van stikstofdepositie op hiervoor gevoelige habitattypen. Voor de berekeningen met de AERIUS - calculator is uitgegaan van een emissiereductie van 80%. Als eerst wordt ingegaan op de uitgangspunten die gehanteerd zijn voor het berekenen en de effectbeoordeling. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van wat stikstof is, hoe het werkt in ecosystemen (de functie en gevolgen van stikstof) en waarom stikstofdepositie een knelpunt is in veel Nederlandse Natura 2000-gebieden. Op basis van deze kennis is vervolgens een effectbeoordeling uitgevoerd of de projectdepositie kan leiden tot negatieve effecten op de natuurlijke kenmeren van de geraakte Natura 2000-gebieden. Deze beoordeling bestaat uit twee delen: een specifiek deel, waarin de depositie gerelateerd wordt aan de kwaliteit van specifieke habitattypen die enige mate van extra stikstof ontvangen (hoofdstuk 5) en een meer algemeen deel waarin de hoeveelheid stikstofdepositie geanalyseerd wordt in relatie tot ecosystemen in het algemeen (hoofdstuk 6).

Op basis van de kennis, analyse en deelconclusies is vervolgens een eindoordeel gegeven of er een effect is van de projectdepositie en zo ja, wat dit betekent in relatie tot de Wet natuurbescherming.

Kader 1. Rekenresultaat stikstofdepositie als gevolg van aanleg Net op zee IJmuiden Ver

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel Aerius is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen. De resultaten van de berekening zijn opgenomen in Bijlage D. De hoogste depositie voor de 1x4 kabelconfiguratie treedt op in het Natura 2000-gebied Voornes Duin en bedraagt in zijn totaliteit 0,77 mol N/ha gedurende de aanlegfase van drie tot vier jaar. De hoogste depositie voor de 2x2 kabelconfiguratie treedt ook op in het Natura 2000-gebied Voornes Duin en bedraagt in zijn totaliteit 0,91 mol N/ha. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager.

1.2 Wet- en regelgeving stikstofdepositie

1.2.1 Wet natuurbescherming

De Wet natuurbescherming is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De wet is ingedeeld in hoofdstukken en kent een algemeen deel, delen over Natura-2000 gebieden, soortenbescherming en een deel over houtopstanden, hout en houtproducten. Verder zijn er delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen, financiële bepalingen, handhaving, overige bepalingen en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht en een beschrijving van de wijziging van overige wetten.

Deze ecologische beoordeling stikstof is onderdeel van de Passende Beoordeling die opgesteld is als verplichting uit de Wet natuurbescherming, specifiek het onderdeel Natura 2000-gebieden. In het onderdeel Natura 2000-gebieden is onder andere het volgende opgenomen.

Het is verboden een plan vast te stellen dat niet vergunbaar is of zonder vergunning een project uit te voeren dat, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied, de kwaliteit van de natuurlijke habitattypen of leefgebieden van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. Wanneer het een project betreft dat niet direct verband houdt met, of nodig is voor het beheer van een gebied, en dat afzonderlijk of in cumulatie significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, wordt de vergunning niet verleend voordat uit een Passende Beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project, of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een Passende Beoordeling is gemaakt en een nieuwe Passende Beoordeling geen nieuwe gegevens op inzichten op kan leveren. Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke

kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend. De te nemen compenseren maatregelen moeten onderdeel uitmaken de vergunning voor het betreffende project. Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (art 2.7 lid 2 en lid 3 onder a en 2.8 lid 1-8).

Dit betekent, kort gezegd, dat de effecten als gevolg van het project Net op zee IJmuiden Ver Beta beoordeeld moeten worden of deze leiden tot negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van (relevante) Natura 2000-gebieden en wanneer dit het geval is een vergunning nodig is. Een van de mogelijke effecten is het gevolg van de tijdelijke verhoogde stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden als gevolg van de realisatiewerkzaamheden. Deze effectbeoordeling geeft invulling aan de bovenbeschreven verplichting uit de Wet natuurbescherming.

Voor een uitgebreide toelichting en beschrijving van het wettelijk kader wordt verwezen naar de hoofdrapportage van de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER).

1.2.2 Stikstofdepositie en het PAS

In de Wet natuurbescherming is opgenomen dat een programmatische aanpak van (mogelijk) negatieve effecten toegestaan is. Voor de effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden was het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in 2015 opgesteld. Het idee hierachter was dat generiek, op landelijk niveau de negatieve effecten van overmatige stikstofdepositie op voorhand beoordeeld werden en maatregelen getroffen zouden worden om deze effecten te niet te doen. Op 29 mei 2019 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) een aantal uitspraken gedaan, op basis waarvan het PAS niet langer gebruikt kan worden als basis voor toestemmingsbesluiten voor activiteiten die stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden veroorzaken.

Met de PAS-uitspraken zijn de drempelwaarden die de Wet natuurbescherming (Wnb) in samenhang met het PAS bevatte voor vergunningplicht (1 mol N/ha/jaar) en meldingsplicht (0,05 mol N/ha/jaar) niet langer rechtsgeldig. Op grond hiervan geldt dat voor activiteiten die een depositie veroorzaken van meer dan 0,00 mol N/ha/jaar niet op voorhand een negatief effect op Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten en dat deze effecten moeten worden bepaald en beoordeeld.

De uitspraken van de ABRvS hebben ook gevolgen voor projecten en activiteiten met een tijdelijk karakter, die kleine en tijdelijke verhogingen van de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden tot gevolg hebben. De meeste van deze projecten konden binnen het PAS met een voortoets of een melding toegestaan worden, of er was via een reservering voor zogenaamde prioritaire projecten ontwikkelingsruimte (toegestane depositie) beschikbaar.

Het gevolg is dat de tijdelijke stikstofdepositie als gevolg van het project Net op zee IJmuiden Ver Beta zelfstandig beoordeeld moet worden als onderdeel van de Passende Beoordeling. Deze effectbeoordeling geeft invulling aan de bovenbeschreven verplichting uit de Wet natuurbescherming.

Kader 2. Wet stikstofreductie en twee Passende Beoordelingen.

In de op 9 maart 2021 door het parlement aangenomen Wet stikstofreductie en natuurverbetering en het bijbehorende Ontwerpbesluit stikstofreductie en natuurverbetering (Kamerstukken I, 2020/21, 35600 nrs. C en G) wordt middels een partiële vrijstelling geregeld dat de tijdelijke gevolgen van de door de bouw veroorzaakte stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden buiten beschouwing worden gelaten bij de natuurvergunning. Deze vrijstelling is ook van toepassing op de uitvoering van het project Net op zee IJmuiden Ver Beta dat daarmee partieel -namelijk alleen voor het aspect tijdelijke stikstofdepositie- wordt vrijgesteld van vergunning op grond van de Wet natuurbescherming.

Voor MER fase 2 en het inpassingsplan is een Passende Beoordeling opgesteld met daarin een ecologische beoordeling stikstof (onderliggend document). Voor de Wnb-vergunning is ook een Passende Beoordeling opgesteld waarin deze ecologische beoordeling om de hiervoor genoemde reden niet is opgenomen. De twee passende beoordelingen zijn, op het aspect stikstofdepositie na, voor de overige ecologische aspecten hetzelfde.

1.2.3 Cumulatie van effecten

In artikel 2.7 van de Wet natuurbescherming is aangegeven dat het project niet alleen op zichzelf, maar ook in combinatie met andere projecten beschouwd moet worden. In dit rapport gaat het om de cumulatie van de stikstofdepositie. Overige mogelijke cumulatie is beschreven in de Passende Beoordeling zelf. Cumulatie is relevant voor die Natura 2000-gebieden en die habitattypen waar als gevolg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta stikstofdepositie optreedt en daarmee een potentieel negatief effect niet bij voorbaat kunnen worden uitgesloten.

1.3 Uitgangspunten

Deze paragraaf geeft inzicht in de methode die is gebruikt om effecten als gevolg van tijdelijke stikstofemissies en daarmee samenhangende stikstofdeposities te kunnen bepalen. Het betreft de uitgangspunten die zijn gebruikt voor de berekeningen van de stikstofdeposities met behulp van het programma Aerius en om een beschrijving van het potentiële negatieve effect voor Natura 2000.

1.3.1 Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie

De depositie op stikstofgevoelige natuur wordt bepaald met het instrument Aerius. Dit model van het RIVM vertegenwoordigt de best beschikbare methode hiervoor. Om de depositie te bepalen zijn de emissiebronnen van het project geïnventariseerd.

Het project is in onderdelen gesplitst en per onderdeel is bepaald welk materieel, met welk vermogen, hoe lang en waar wordt ingezet. Deze uitwerking is gebaseerd op een conservatieve inschatting van de verschillende activiteiten. Op basis van de uitvoering van vergelijkbare projecten is het aantal uren inzet van materieel bepaald, de gemiddelde emissiekarakteristiek (meestal op basis van leeftijd van materieel) en de zwaarte van het materieel. De locaties van de werkzaamheden liggen hiermee vast.

Op basis van de uitwerking is met de Aerius-calculator berekend welke deposities optreden. De uitgangspunten van de berekeningen met Aerius zijn voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie opgenomen in Bijlage A en voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie in Bijlage B. Deze uitgangspunten zijn exclusief het wegverkeer. De aannames voor het wegverkeer staan in de Aerius-uitdraaien in Bijlage D en Bijlage E. Daarnaast zijn deposities berekend voor de gebruiksfase, waarbij onderscheid is gemaakt in twee mogelijke scenario's: onderhoud per helikopter met materiaal per boot (scenario 1) en onderhoud per boot in combinatie met een helikopter (scenario 2). Uitgangspunten voor beide scenario's staan in Bijlage C. De berekeningen voor het bepalen van de mate van stikstofdepositie zijn gemaakt met Aerius, versie 2020_20210525_2040287d5b.

Voor de berekeningen is uitgegaan van 80% emissiereductie op baggerschepen (Bijlage A en Bijlage B). De verwachting is dat de aanlegfase circa drie tot vier jaar zal duren. In de Aerius-berekening is uitgegaan van een totale depositie (alsof de depositie in één kalenderjaar plaatsvindt). Dit omdat het om een tijdelijke ingreep gaat (na realisatie is geen sprake meer van meetbare depositie) en op deze wijze inzicht verkregen wordt in het totale planeffect. Stikstof accumuleert in het ecosysteem, waardoor alleen inzicht in de (tijdelijke) jaarlijkse bijdragen geen goed beeld geeft van de daadwerkelijke depositie door de aanleg. Ook betekent het dat, als gevolg van de lage depositiewaarden, veel deposities niet meer herkend worden door het Aerius-model wanneer per jaar gerekend wordt. Daarmee vervalt het inzicht in het planeffect dat als gevolg van accumulatie wel zou optreden. De berekende planeffectwaarden worden gebruikt als toetswaarde ten opzichte van bijvoorbeeld de kritische depositiewaarde (die uitgaat van de mate van depositie per jaar), hiermee is de toetsing een worst-case benadering, omdat de depositie in werkelijkheid verspreid over de aanlegperiode neerkomt.

Voor de berekeningen is uitgegaan van de achtergronddepositie in het jaar 2021 (rekenjaar). Op basis van het ingezette beleid ten aanzien van duurzame energieopwekking en maatregelen om andere vormen van stikstofemissies te verminderen in onder ander de industrie, is de verwachting dat de komende jaren (ook gedurende de looptijd van de realisatie) de hoogte van de achtergronddepositie daalt. Het rekenjaar 2021 is hierdoor een worst-case uitgangspunt, namelijk het jaar met de verwachte hoogste achtergronddepositie.

1.3.2 Potentieel negatief effect stikstofdepositie

Potentiële negatieve effecten die ten gevolge van stikstofdepositie optreden, zijn alleen van toepassing voor de aanlegfase. Tijdens de gebruiksfase is geen sprake van meetbare stikstofdepositie (volgens de modelberekeningen van de gebruiksfase, zie Bijlage F en Bijlage G). Dit betekent dat alleen sprake is van een tijdelijke depositie. Na afronding van de werkzaamheden treedt geen meetbare stikstofdepositie op ten gevolge van het project.

Het project is bedoeld om elektriciteit van windturbines op zee naar land te transporteren en voorkomt daarmee in samenhang met de windparken dat deze zelfde elektriciteit wordt opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen met bijkomende stikstofemissies. Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta draagt daarmee gedurende de gebruiksfase bij aan de gewenste daling van de landelijke stikstofdepositie.

Belangrijke negatieve effecten van stikstofdeposities zijn het gevolg van structurele overbelasting. Een overmaat[1] aan stikstof cumuleert in het systeem omdat het niet verwerkt kan worden. Een overmaat aan stikstof kan leiden tot vermesting en verzuring. De soortensamenstelling kan wijzigen, doordat soorten die beter of meer stikstof kunnen opnemen of sneller gaan groeien, gaan domineren en de gewenste, veelal langzamer groeiende soorten (bestand tegen voedselarmere omstandigheden) uit het systeem verdwijnen. Over het algemeen zijn de gewenste soorten van het systeem, soorten van meer schrale (voedselarme) omstandigheden. In een groot aantal Natura 2000-gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen gesteld voor habitattypen die gevoelig zijn voor het verzurende of vermestende effect van stikstof. Eventuele aanwezige soorten die afhankelijk zijn van deze habitattypen kunnen daarmee eveneens een negatief effect ondervinden.

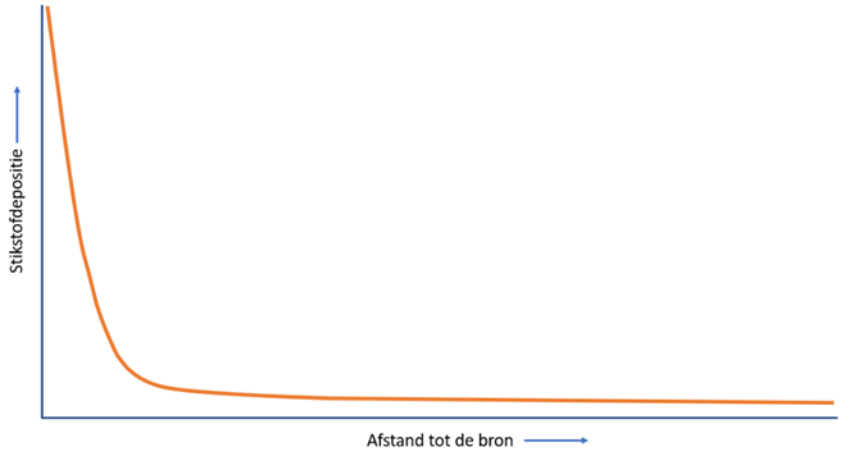
In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de functie van stikstof in het ecologisch systeem en de potentiële effecten van additionele stikstofdepositie, afhankelijk van de situatie die van toepassing is voor een habitattype.

[1] Een overmaat is meer dan het systeem kan verwerken door afvoer door bijvoorbeeld begrazing of buffering door neutraliserende stoffen.

2 REIKWIJDTE EFFECTEN EN REKENRESULTAAT

2.1 Depositie in Natura 2000-gebieden in Nederland

Over het algemeen kan worden gesteld dat de hoogste depositie van stikstof optreedt op kortere afstand van de emissiebronnen. Verder van de bron wordt de depositie steeds lager totdat er uiteindelijk geen sprake meer is van depositie als gevolg van de emissie. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 1. Hierin is ook te zien dat de depositieafname op een bepaalde afstand stabiel wordt: terwijl de afstand tot de bron steeds groter wordt, neemt de depositie niet meer substantieel af.



Figuur 1 Schematische weergave van een curve waarin de stikstofdepositie is afgezet tegen de afstand tot de bron.

De uitkomst van de in Aerius gemaakte berekening is opgenomen in Bijlage D. Uit de Aerius-berekening blijkt dat als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor het project over alle voor stikstof gevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland enige vorm van depositie wordt berekend. De hoogste berekende stikstofdepositie betreft 0,77 mol N/ha (totale projecteffect) en treedt op bij de habitattype H2180B Duinbossen (vochtig) in het Natura 2000-gebied Voornes Duin. Dit is het Natura 2000-gebied dat op de kortste afstand van het kabeltracé ligt. De depositie van stikstof neemt vervolgens af met de afstand tot aan het plangebied tot 0,04 mol N/hectare op het Natura 2000-gebied Maas bij Eijsden. De hoogste deposities (in Natura 2000-gebieden) vinden plaats in de directe nabijheid van het tracé en op een afstand van circa drie kilometer neemt de hoogte van de depositie niet (nauwelijks) meer af met een toenemende afstand tot de bron.

2.2 Depositie in buitenlandse Natura 2000-gebieden

Voor de toetsing van activiteiten die in Nederland plaatsvinden met gevolgen voor Natura 2000-gebieden in Duitsland of België worden de toetsingskaders gehanteerd die in respectievelijk Duitsland en België gelden. Hierna zijn de huidige toetsingskaders van Duitsland en België beschreven. Uitgangspunt bij onderstaande toetsingskaders is de maximale stikstofdepositie die door een project veroorzaakt wordt.

2.2.1 Natura 2000 in Duitsland

In Duitsland wordt het onderzoeksgebied voor de ecologische beoordeling begrensd op basis van de door het project (zonder cumulatie) veroorzaakte stikstofdepositie. De depositiewaarde waarop het gebied wordt begrensd, wordt het ‘Abschneidekriterium’ genoemd:

- Op basis van een uitspraak van het Bundesverwaltungsgericht (BVerwG 9 A 5.08, 14 april 2010), de hoogste federale administratieve rechtbank in Duitsland, wordt daarvoor een grenswaarde van 100 gram stikstof (7,14 mol) per hectare per jaar aangehouden.
- In andere studies wordt in Duitsland ook wel een waarde van 300 gram (21,43 mol) aangehouden.

- Een uitspraak van een Duitse Rechtbank (Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen, 16.06.2016 – 8 D 99/13.AK) lijkt het Abschneidecriterium in Nordrhein-Westfalen op 50 gram stikstof (3,57 mol) te hebben gesteld.

Dat betekent dat in Duitsland verschillende grenswaarden gehanteerd worden voor het afgrenzen van het onderzoeksgebied. Worst-case wordt uitgegaan van een Abschneidecriterium[2] van 50 gram stikstof (3,57 mol) N/ha/jaar. Gezien de ligging (afstand) van het projectgebied (het kabeltracé) tot de Duitse grens en de hoogte van de stikstofdeposities op Natura 2000-gebieden nabij de Duitse grens van maximaal 0,16 mol N/hectare (totaal projecteffect en niet per jaar) en lager, wordt deze grenswaarde nergens overschreden voor de Duitse Natura 2000-gebieden. Significant negatieve effecten op Duitse Natura 2000-gebieden zijn daarmee volgens het toetsingskader uitgesloten en een vergunning Wet natuurbescherming is om die reden niet aan de orde.

2.2.2 Natura 2000 in Vlaanderen

De beoordeling van de effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden bevindt zich in Vlaanderen in een transitiefase, die uiteindelijk moet leiden tot vaststelling van een Programmatische Aanpak Stikstof (PAS).

Onderdeel van deze transitiefase is de inwerkingtreding per 27 februari 2015 (en in juli 2017 aangepast) van een tijdelijk Vlaams toetsingskader voor de beoordeling van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. Op basis van deze toetsingsmethode konden significante negatieve effecten in eerste aanleg uitgesloten worden geacht, indien in een Vlaams Natura 2000-gebied - met inbegrip van de bijdrage van een aangevraagd project op Nederlands grondgebied - geen sprake is van een overbelaste situatie dan wel wanneer als gevolg van een zodanig project binnen een Vlaams Natura 2000-gebied ter plaatse van een relevant (potentieel) habitattype of een voorlopige zoekzone de zogenaamde nul-contourlijn niet wordt overschreden. De nul-contourlijn bedroeg in Vlaamse Natura 2000-gebieden voor eutrofiëring via de lucht 0,30 kg N/ha/jaar (21,42 mol/ha/jaar). Voorzag een vergunningaanvraag voor een project op Nederlands grondgebied binnen één of meer Vlaamse Natura 2000-gebieden ter plaatse van een relevant (potentieel) habitattype of een voorlopige zoekzone in een toename van stikstofdepositie van meer dan 0,30 kg N/ha/jaar (21,42 mol N/ha/jaar), dan was in zoverre een nadere beoordeling noodzakelijk.

Na het arrest van 25 februari 2021 (RvVb-A-2021-0697, het ‘stikstofarrest’) van de Raad voor Vergunningenbetwistingen mag geen gebruik meer worden gemaakt van de Vlaamse drempelwaarde. Volgens dit arrest kan de beoordeling van een mogelijk betekenisvolle aantasting van stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur niet uitsluitend gebaseerd zijn op het beoordelingskader (‘significantiekader’), dat is opgenomen in de toenmalige praktische wegwijzers ‘Eutrofiëring via de lucht’ en 'Verzuring via de lucht'.

Inmiddels is er een tijdelijk toetsingskader voor de beoordeling van de gevolgen voor Belgische Natura 2000-gebieden[3]. Significante negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie vanwege het aangevraagde project (zowel ammoniak als NO_x) kunnen worden uitgesloten indien de activiteit waarop de aanvraag betrekking heeft ter plaatse van de relevante (potentiële) habitattypen of een daarvoor aangewezen voorlopige zoekzone leidt tot een stikstofdepositie van minder dan 1% van de geldende kritische depositiewaarde. Bij deze beoordeling dient te worden gekeken naar de gehele beoogde activiteit.

Voldoet het aangevraagde project op Nederlands gebied niet aan de hiervoor genoemde criteria, dan dient ervan uit te worden gegaan dat vergunningverlening uitsluitend mogelijk is, indien op grond van een in een Passende Beoordeling opgenomen ecologische onderbouwing de zekerheid bestaat dat de natuurlijke kenmerken van de relevante Vlaamse Natura 2000-gebieden niet zullen worden aangetast.

[2] De stikstofdepositie binnen het onderzoeksgebied wordt getoetst aan een drempelwaarde (Irrelevanzschwelle). Deze waarde bedraagt 3% van de kritische depositiewaarde van het meest gevoelige habitattype in het betreffende Natura 2000-gebied. De laagste kritische depositie waarde, die van het habitattype hoogveen, bedraagt 400 mol N/ha/jaar: dit is dan ook de meest worst case-situatie. Dat betekent dat de laagst denkbare drempelwaarde 12 mol N/ha/jaar bedraagt.
[3] Voor NO_X wordt de drempelwaarde in de eerste beoordeling (voortoets) aangescherpt tot een relatieve grenswaarde van 1% (t.a.v. de meest kritische KDW van nabijgelegen habitats). De drempelwaarde vormt een richtlijn voor de beoordeling van geval tot geval. Op grond van concrete omstandigheden kan worden geconcludeerd dat een beoordeling volgens de drempelwaarde niet volstaat. Zie verder: https://www.natura2000.vlaanderen.be/stikstof.

De meest kritische depositiewaarde in Vlaanderen ligt op 6 kg/ha/jaar[4]. 1% daarvan komt neer op 0,06 kg/ha/jaar, wat overeenkomt met circa 4,2 mol/ha/jaar. Gezien de ligging (afstand) van het projectgebied tot de Belgische grens en de hoogte van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden in Nederland, wordt deze 1% nergens overschreden. Nader onderzoek naar effecten op Belgische gebieden of een vergunning Wet natuurbescherming zijn om die reden niet aan de orde.

2.2.3 Natura 2000 in Wallonië

Wallonië kent geen eigen toetsingskader voor het beoordelen van de effecten van stikstofdepositie op Waalse Natura 2000-gebieden, veroorzaakt door projecten. Dat veronderstelt dat voor een project op Nederlands grondgebied dat stikstofdepositie veroorzaakt op één of meer stikstofgevoelige Waalse Natura 2000-gebieden, bij voorkeur een Passende Beoordeling wordt opgesteld. Hierin moet worden bepaald of in zoverre de zekerheid bestaat dat de natuurlijke kenmerken van de relevante Waalse Natura 2000-gebieden niet zullen worden aangetast.

Relevant is dat in 2015 voor een beoordeling voor ENCI (bron: Arcadis, 2018) tegen de achtergrond van het bepaalde in artikel 4, derde lid, van het Verdrag van de Europese Unie in dat verband afstemmingsoverleg heeft plaatsgevonden met het Waalse gewest, Département de la Nature et des Forêts (DNF). Daarbij is namens DNF medegedeeld dat, bij gebreke van een Waals toetsingskader, de beoordeling van een vergunningaanvraag voor een project op Nederlands grondgebied dat (mede) voorziet in stikstofdepositie op één of meer Waalse Natura 2000-gebieden, het Vlaamse toetsingskader gehanteerd mag worden.

Hierbij geldt dat tijdig afstemmingsoverleg plaatsvindt met DNF waarbij informatie wordt verstrekt over (de gevolgen van) het betreffende project, de vergunningaanvraag (inclusief alle relevante bijbehorende stukken) en de (ontwerp)besluiten tot vergunningverlening aan de Waalse autoriteiten worden gezonden. Ook moet de gelegenheid worden geboden om kennis te nemen van alle relevante stukken, zienswijzen naar voren te brengen en beroep in te stellen.

De drempelwaarde van 21,42 mol N/ha/jaar van het Vlaamse toetsingskader wordt nergens overschreden en nader onderzoek naar effecten of een vergunning Wet natuurbescherming is niet aan de orde. Negatieve effecten ten gevolge van stikstofemissies in het project door depositie op Waalse gebieden zijn dan ook volgens het toetsingskader met zekerheid uit te sluiten. Ook is een vergunning Wet natuurbescherming om die reden niet aan de orde.

[4] https://natura2000.vlaanderen.be/stikstof#Voorlopige%20richtlijnen, Overzichtstabel kritische depositiewaarde voor vermestende stikstof voor Natura 2000 habitattypen, 3110 Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten, 6 kg N/ha.j.

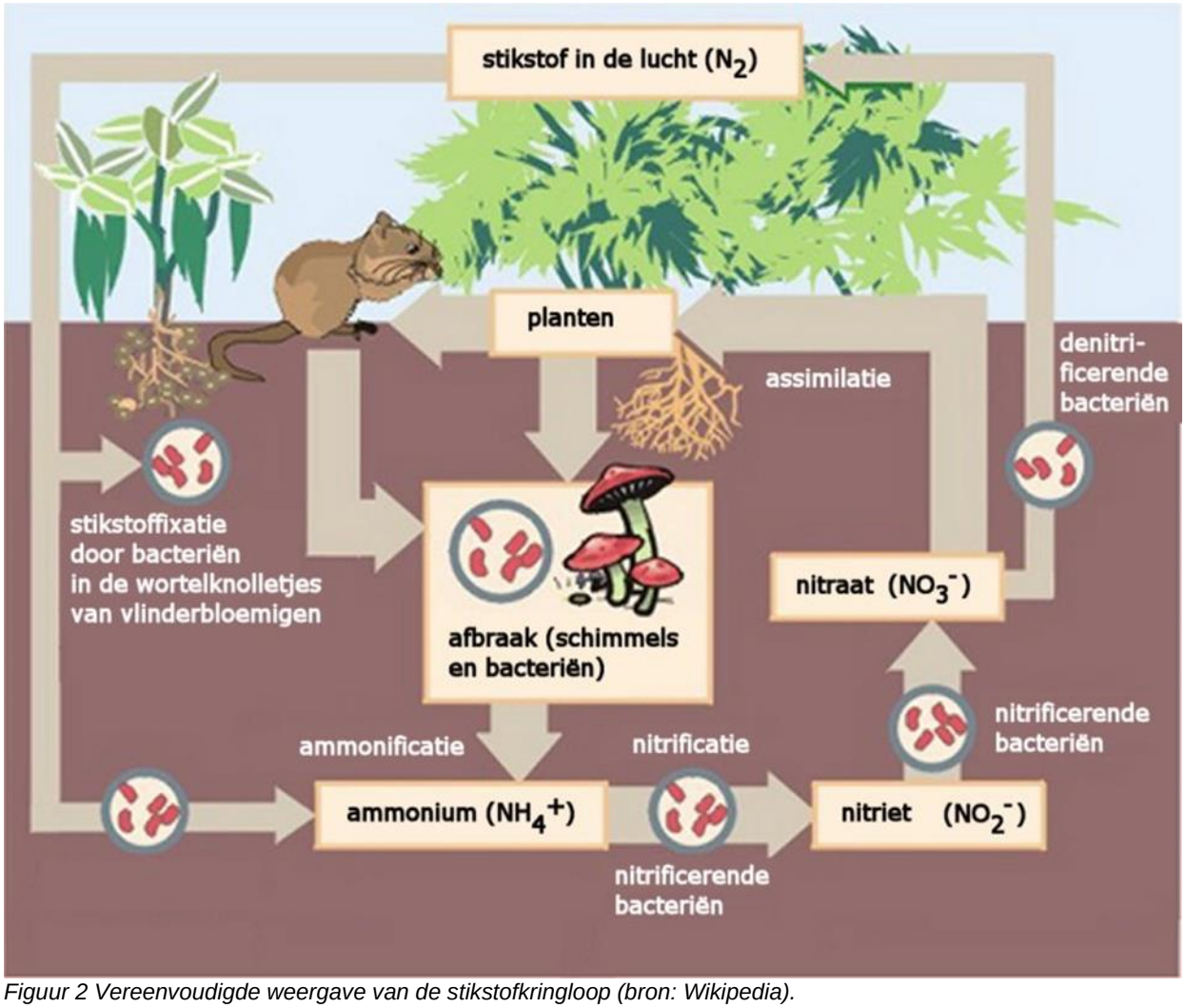
3 DE ECOLOGISCHE BETEKENIS VAN STIKSTOF

3.1 Toelichting

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe stikstof ingrijpt in natuurlijke systemen en welke potentiële negatieve effecten kunnen optreden. Belangrijke delen van deze paragraaf zijn overgenomen uit het rapport “Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats. Ecologische onderbouwing van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)” van Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van het Ministerie van Economische Zaken (Smits & Bal, 2012). Waar relevant zijn verwijzingen naar onderliggende bronnen overgenomen.

3.2 Natuurlijk voorkomen van stikstof

Stikstof is één van de onmisbare bouwstenen voor het leven op aarde, en is daarmee in ecologisch opzicht van groot belang. Stikstof (N) komt in organisch materiaal onder andere voor in aminozuren en eiwitten. De problematiek rondom stikstofdepositie zit hem in de mate waarin dit element in reactieve vorm aan onze omgeving wordt toegevoegd als gevolg van menselijke activiteiten. De belangrijkste vormen van reactief stikstof zijn stikstofoxiden (NO_x) en ammonium (NH_4^+). Gebonden stikstof (N_2), dat 80% van de atmosfeer vormt, heeft geen directe invloed op het functioneren van ecosystemen.



Figuur 2 Vereenvoudigde weergave van de stikstofkringloop (bron: Wikipedia).

Planten kunnen stikstof via de wortels opnemen in de vorm van nitraat (NO_3^-). Stikstof dat in de vorm van ammonium (NH_4^+) in de bodem aanwezig is, moet daarom eerst via denitrificatie omgezet worden in nitriet en nitraat (Figuur 2). Ammonium kan zowel door depositie als door mineralisatie van organisch materiaal in de bodem terecht komen.

Stikstofverbindingen zijn in veel half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen beperkend voor de plantengroei. Nogal wat plantensoorten zijn aangepast aan nutriëntenarme omstandigheden en kunnen alleen succesvol voortbestaan op bodems met lage N-niveaus, omdat ze hier geen concurrentie ondervinden van snelgroeiende en stikstoftolerante soorten zoals grassen, bramen en brandnetels.

Stikstof kan op verschillende manieren in het leefmilieu van planten terechtkomen: door mineralisatie van organisch materiaal, aanvoer via water of de lucht en door natuurlijke of door mensen uitgevoerde bemesting (Figuur 2). Stikstof kan weer uit het leefmilieu worden verwijderd door denitrificatie door bacteriën, uitspoeling, opname in de voedselketen en oogst van gewas (waaronder ook cyclisch natuurbeheer valt).

3.3 Stikstofemissie en stikstofdepositie

De uitstoot (emissie) van luchtverontreinigende stoffen is in West-Europa in de loop van de twintigste eeuw sterk toegenomen. Tot eind jaren zeventig van de vorige eeuw was zwaveldioxide (SO_2) de hoofdcomponent van luchtverontreiniging, maar daarna zijn stikstofverbindingen relatief en absoluut steeds belangrijker geworden. Stikstofoxiden (NO_x: vooral NO_2 en NO) ontstaan hoofdzakelijk bij de verbranding van fossiele brandstoffen in de industrie, elektriciteitscentrales, verwarmingsinstallaties en verkeer. De grootste bron hiervan is op dit moment het (vracht)verkeer. Ammoniakgas (NH_3) komt vooral vrij door vervluchtiging uit mest en urine bij beweiding, in de stal of opslag, en vroeger als de mest uitgereden werd over het land. Andere bronnen zijn de industrie, waar ammoniak vrijkomt bij enkele productieprocessen, het autoverkeer en de opslag van afvalwater.

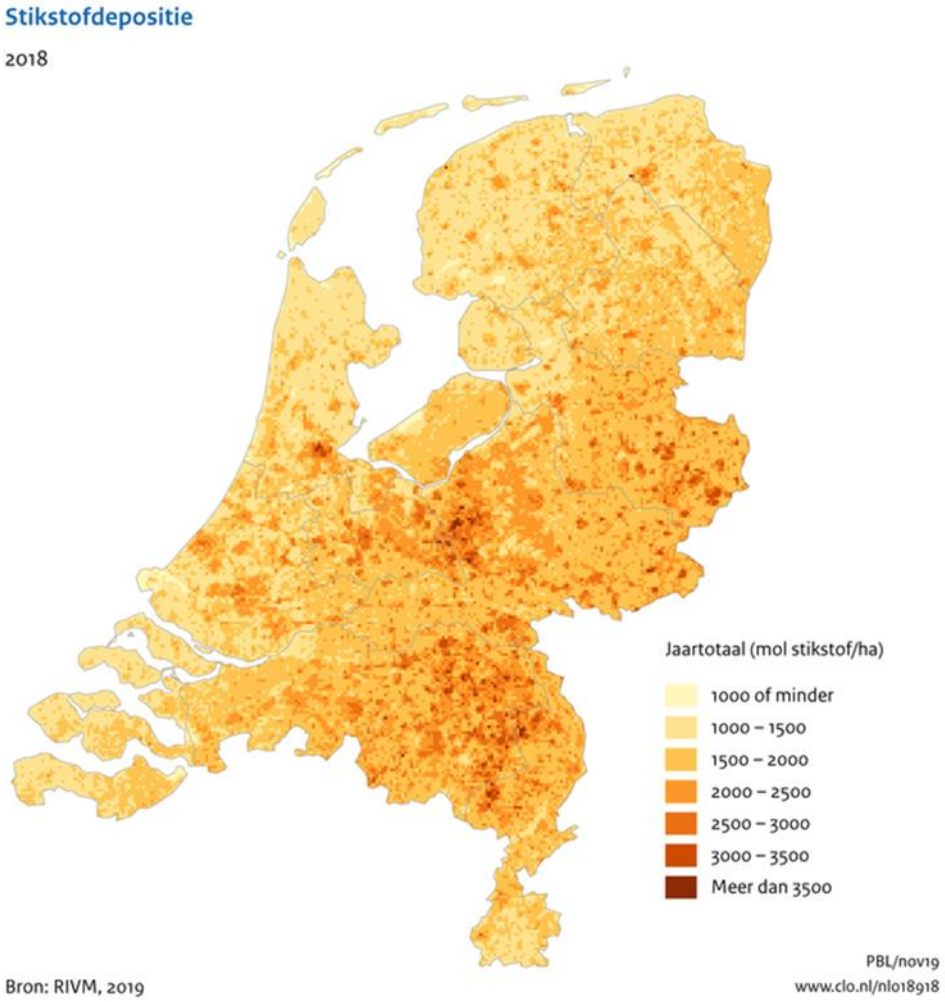
Stikstofoxiden en ammoniak komen na emissie in de atmosfeer terecht. Eenmaal in de lucht wordt het geëmitteerde gas meegevoerd door de wind, waardoor het wordt verspreid en verdunning van de concentraties aan stoffen optreedt. Ook ondergaan deze stoffen chemische reacties onder invloed van het zonlicht en de aanwezigheid van andere stoffen. Hierdoor veranderen zowel de chemische samenstelling als de vorm van de stikstofhoudende deeltjes. In de atmosfeer komen stikstofverbindingen daardoor zowel als gas, ion en aerosol (kleine vaste deeltjes) voor. Omzetting in aerosolen is onder meer van belang voor de afstand waarover de desbetreffende stoffen getransporteerd worden.

Hoe ver de verschillende componenten komen, wordt bepaald door een complex van factoren, waarbij vooral de emissiehoogte, de uitstroomsnelheid, de atmosferische omstandigheden (snelheid van luchtstromingen, turbulentie e.d.), de snelheid van chemische omzettingen, de depositiesnelheid van de desbetreffende verbinding en de aard en ruwheid van het aardoppervlak met zijn vegetatie van belang zijn. Uiteindelijk zullen al deze stoffen op het aardoppervlak terechtkomen. Dit proces wordt depositie genoemd en kan op verschillende manieren verlopen.

De directe afzetting of absorptie van gassen of aerosolen uit de atmosfeer aan het aardoppervlak (bodem, water of vegetatie) wordt droge depositie genoemd. Hoe hoger de snelheid van de depositie is, des te sneller wordt het gas of het deeltje uit de atmosfeer verwijderd. Zo is de transportafstand van NH_3 kort door de hoge depositiesnelheid van dit gas, terwijl die van het ammoniumaerosol door zijn lagere depositiesnelheid veel groter is. Een groot deel van de NO_2 wordt door het verkeer op lage hoogte uitgestoten. Echter, door de lage depositiesnelheid van NO_2 wordt deze stof toch veelal over grote afstanden getransporteerd.

Daarnaast treedt natte depositie op. Dit betreft het oplossen van emissies in wolken of regenwater en daaropvolgende neerslag van stikstofverbindingen. De natte depositie levert ongeveer 25-30% van de totale N-depositie. De rest is droge depositie.

Door de ruimtelijke verspreiding van de bronnen en de verschillende transport- en omzettingsprocessen in de atmosfeer, is de depositie van N-verbindingen niet overal gelijk (Figuur 3). Zelfs in een klein land als Nederland zijn de verschillen relatief groot: zo is de totale depositie van NOx (de som van droge en natte depositie van NO + NO_2 + HNO_3) in de stedelijke gebieden (o.a. in het westen van ons land) duidelijk hoger, terwijl de totale depositie van NHx (de som van droge en natte depositie van NH_4^+ en NH_3) hoger is in het landelijk gebied, waarbij de hoogste waarden in het Peelgebied, de Gelderse Vallei, Twente en de Achterhoek worden gevonden.



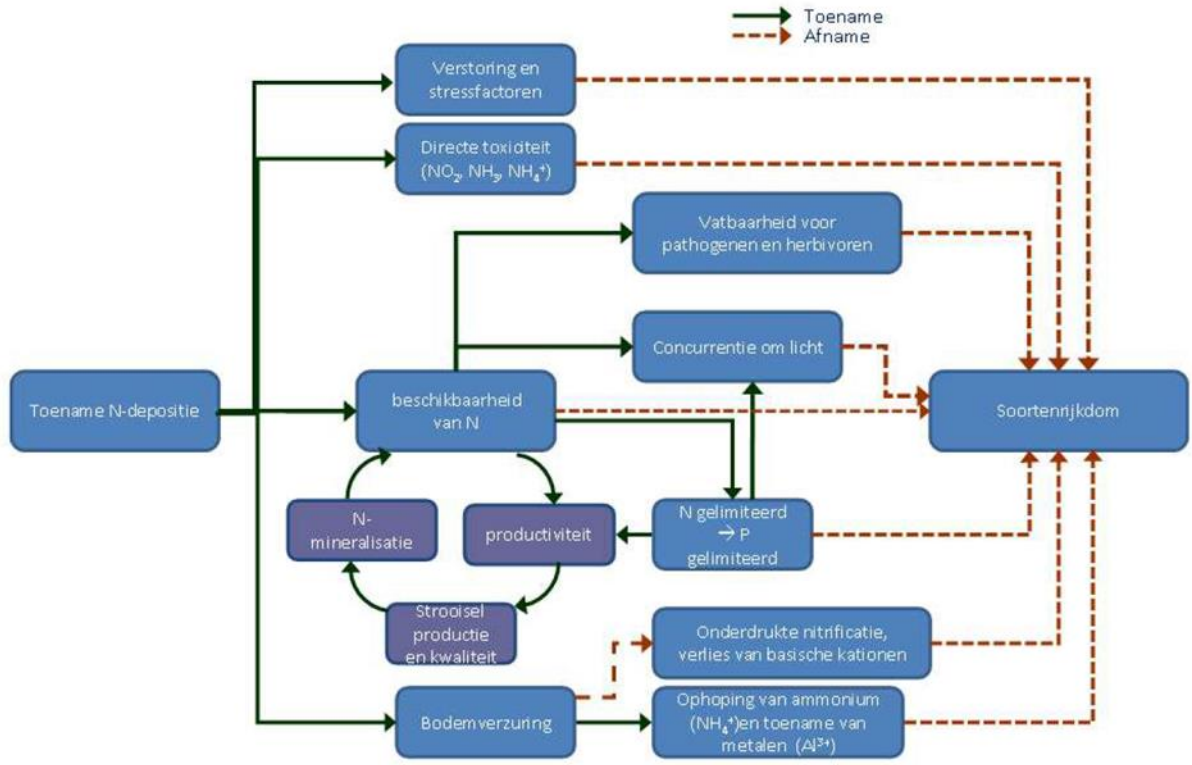
Figuur 3 Achtergronddepositie stikstof in 2018 (bron: Compendium voor de Leefomgeving, 2019)

3.4 Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof

De theoretische potentiële gevolgen die als gevolg van een te hoge toevoer van reactieve stikstof voor planten kunnen optreden, zijn:

- Directe toxiciteit van hoge concentraties van gassen op individuele plantensoorten. De huidige concentraties van NH_3 en NOx zijn in Nederland echter zo laag dat dit bijna niet meer voorkomt.
- Eutrofiëring door geleidelijke toename van de beschikbaarheid van stikstof. Een toename van de atmosferische stikstofdepositie in een voorheen onbelast gebied leidt in eerste instantie tot een toename van de beschikbaarheid van stikstof in bodem of water en aldus tot een verhoogde opname van stikstofverbindingen door de vegetatie. Dit proces wordt eutrofiëring genoemd. Door verhoogde toevoer en accumulatie van N-verbindingen zal de beschikbaarheid van stikstof voor planten geleidelijk toenemen. Als gevolg hiervan worden planten die in een stikstofarm milieu leven overheerst door (sneller) opkomende planten die gedijen bij veel stikstof, dit leidt bijvoorbeeld tot vergrassing.
- Verzuring van bodem en water. Verzuring, oftewel afname van de buffercapaciteit, is een langetermijnproces dat ook van nature plaatsvindt door carbonzuur of organische zuren maar wat (zeer sterk) versneld kan worden door de toevoer van zure of verzurende stoffen uit de atmosfeer. Afhankelijk van de bodemsamenstelling kan dit complexe proces leiden tot een lagere pH, verhoogde uitspoeling van kationen (calcium, magnesium of kalium), verhoogde concentraties aan toxische metalen (vooral van aluminium) en veranderingen in de verhouding tussen nitraat en ammonium in de bodem (Clark & Tilman, 2008). In deze situatie kunnen plantensoorten die resistent zijn tegen dergelijke zure omstandigheden gaan overheersen en verdwijnen veel van de soorten die voorkomen in een milieu met een meer neutrale pH.

- Negatieve effecten van de verhoogde beschikbaarheid van gereduceerd N (ammonium of opgelost ammoniak in (neerslag)water). In veel gebieden met hoge N-depositie heeft gereduceerd N een groot aandeel in de totale N-depositie. Dit kan tot gevolg hebben dat ammonium de overheersende N-vorm in de bodem is. Dit is vooral het geval in bodems met een van nature lage omzetting van nitraat naar ammonium (pH < 4,5) of wanneer de bodem is verzuurd door atmosferische depositie. De omzetting van nitraat naar ammonium is een microbieel proces dat nitrificatie wordt genoemd. Verhoogde concentraties ammonium in de bodem of in het water kunnen allerlei negatieve gevolgen voor de plantengroei hebben. Deze effecten zijn het grootst in gebieden met voorheen matig gebufferde bodemcondities (pH 4,5-6,8) (Stevens, Manning, & van den Berg, 2011). Juist zulke omstandigheden zijn vaak rijk aan bedreigde plantensoorten, zodat het aantal daarvan al gauw zal afnemen (Kleijn, Bekker, Bobbink, De Graaf, & Roelofs, 2008).
- Toegenomen gevoeligheid voor secundaire stressfactoren, zoals schimmelinfecties en insectenplagen en vorst- of droogteschade. Luchtverontreiniging kan de vitaliteit van soorten verminderen, waardoor deze gevoeliger worden voor aantasting door schimmels, bacteriën, virussen of insecten. Ook de verhoging van het stikstofgehalte in de bladeren of wortels kan verhoogde aantasting door herbivore (plaag)insecten zoals de heidekever veroorzaken (Berdowski, 1987). Door veranderingen in de fysiologie of groei kan bovendien de tolerantie van plantensoorten voor droogte of vorst veranderen.
- Verschuivingen in de chemische samenstelling (bijv. aminozuursamenstelling) van planten onder invloed van een grotere N-beschikbaarheid.



Figuur 4 Schematisch overzicht van de effecten van stikstofdepositie (Bobbink & Hettelingh, 2011; Bobbink & Lamers, 1999; Kros et al., 2008).

Omdat soorten verschillend reageren op de invloed van stikstof, ontstaan veranderingen in groeisnelheid en daarmee in concurrentieverhouding tussen soorten. Dit leidt tot verdringing van minder concurrentiekrachtige soorten door stikstof-minnende (nitrofiele) soorten, aangezien een groot deel van de soorten in half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen juist is aangepast aan een lage stikstofbeschikbaarheid in de bodem. De samenstelling van vegetaties (en daarmee ook van habitattypen) kan daardoor veranderen. Over het algemeen leidt dit tot verlies van langzaam groeiende, en voor de habitattypen kenmerkende soorten. De kwaliteit van de habitattypen neemt daardoor af. Daardoor verandert ook de kwaliteit van de betreffende vegetatie als voedsel voor herbivoren en leefgebied voor tal van diersoorten verbonden aan de betreffende habitattypen, met potentieel gevolgen voor diersoorten hoger in de voedselketen.

De situatie in Nederland is samen te vatten als een langdurige (decennia) hoge belasting van stikstof, hoger dan de kritische depositiewaardes (zie volgende paragraaf de toelichting hier op) van habitattypen. Als

gevolg van deze langdurige hoge belasting kunnen, met uitzondering van directe schade, de effecten optreden zoals in deze paragraaf opgesomd. Inzake de omvang waarbij effecten optreden concludeert Mouissie (2019) op basis van de onzekerheden in de berekening van de kritische depositiewaarde en experimentele studies over dosis-effect relaties, dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen optreden bij een toename van meer dan 70 mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen, aangezien bij kleinere hoeveelheden geen verandering in de plantensamenstelling is waar te nemen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de kritische depositiewaarde het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt verder soortenverlies op bij hogere toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de kritische depositiewaarde ligt (Bobbink & Hettelingh, 2011; Caporn et al., 2016).

3.5 Kritische depositiewaarden

In deze beoordeling wordt het begrip kritische depositiewaarde (hierna KDW) gehanteerd. KDW's zijn gehanteerd om af te bakenen welke habitats als stikstofgevoelig worden beschouwd in dit project. De kritische depositiewaarde voor stikstof is gedefinieerd als "de grens, waarboven het risico niet kan worden uitgesloten dat de kwaliteit van het habitattype significant wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermestende invloed van de atmosferische stikstofdepositie" (H. F. van Dobben & van Hinsberg, 2008).

De kritische depositiewaarden die in de herstelstrategieën als uitgangspunt worden genomen, zijn specifiek voor habitattypen in Nederland vastgesteld in van Dobben et al. (2012). In dat rapport zijn verschillende kennisbronnen ten aanzien van kritische depositiewaarden met elkaar gecombineerd via een vast protocol (H. van Dobben et al., 2012). De kritische depositiewaarden konden worden vastgesteld met een nauwkeurigheid van 70 mol N/ha/jaar (= 1 kilogram N).

Van de 51 habitattypen die in Nederland voorkomen zijn 45 gevoelig voor een overmaat van stikstof. De kritische depositiewaarden van deze habitattypen variëren van 400 tot 2.400 mol N/ha/jaar.

Wanneer de achtergronddepositie ter plekke van een habitattype hoger is dan de KDW van dat habitattype, of wanneer door toevoeging de KDW wordt overschreden, kan niet worden uitgesloten dat een verdere toename van de stikstofdepositie leidt tot (verdere) aantasting van dat habitattype. In Nederland wordt de KDW op dit moment in zeer veel stikstofgevoelige gebieden en habitattypen overschreden.

De KDW van een habitattype is geen harde grens waarboven nadelige effecten op de vegetatie met zekerheid zullen optreden: "Deze unieke waarden moeten gezien worden als de meest waarschijnlijke waarde gezien de huidige stand van kennis. Wanneer de atmosferische depositie hoger is dan de KDW van het habitat bestaat er een duidelijk risico op een significant negatief effect, waardoor het instandhoudingsdoel voor een habitat (in termen van kwaliteit en oppervlakte) niet duurzaam kan worden gerealiseerd. Hoe hoger de overschrijding van het kritische niveau en hoe langduriger die overschrijding, hoe groter het risico op ongewenste effecten op de biodiversiteit" (H. van Dobben et al., 2012). In de uitspraak van de ABRvS inzake het PAS is aangegeven (r.o. 14.5 ECLI:NL:RVS:2019:1603):

Anders dan de Werkgroep ziet de Afdeling in het arrest [red. van de uitspraak van het Europese Hof van Justitie inzake de prejudiciële vragen over het PAS) geen aanknopingspunt dat de kritische depositiewaarde als een absolute grenswaarde zou gelden voor het bepalen van de gunstige staat van instandhouding van stikstofgevoelige habitattypen. De mate en duur van de overschrijding van de kritische depositiewaarde zijn naar het oordeel van de Afdeling wel belangrijke indicatoren voor de beoordeling of de daling van de depositie door de PAS-bronmaatregelen en de effecten van de herstelmaatregelen in de gebieden al dan niet nodig zijn voor het behoud en het voorkomen van verslechtering van de stikstofgevoelige natuurwaarden. Zo zal voor een gebied waar sprake is van een ongunstige staat van instandhouding en een forse, nog jarenlang voortdurende overschrijding van de kritische depositiewaarde, eerder sprake zijn van maatregelen die nodig zijn voor het behoud of voorkomen van verslechtering, dan voor een gebied waar zeker is dat, bijvoorbeeld door de autonome ontwikkeling, de stikstofbelasting zodanig zal afnemen dat overschrijding binnen een afzienbare termijn de kritische depositiewaarde nadert.

In de kritische depositiewaarden is de invloed van andere bronnen (die leiden tot vermesting) dan depositie, zoals ammonificatie en denitrificatie en aanvoer via grond- en oppervlaktewater meegenomen. Ook is rekening gehouden met beheer van de habitattypen, als gevolg waarvan een aanzienlijk deel van de stikstof die opgeslagen is in het levende plantenmateriaal veelal weer uit het systeem wordt verwijderd.

3.6 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland

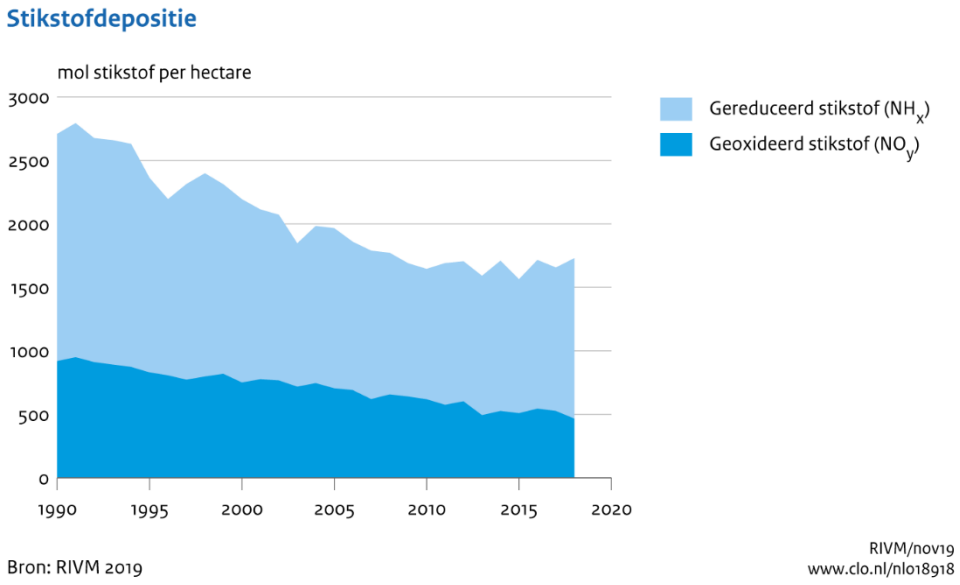
De totale stikstofdepositie is in Nederland na 1950 tot aan het eind van de jaren tachtig van de vorige eeuw sterk gestegen door de groei van de intensieve veehouderij en het gebruik van fossiele brandstoffen. De landelijk gemiddelde stikstofdepositie bedroeg in 1990 ruim 2.700 mol stikstof per hectare en is sindsdien geleidelijk gedaald tot ruim 1.700 mol stikstof per hectare in 2016 (zie Figuur 5). De daling is de laatste jaren afgevlakt. Dit komt onder andere doordat de ammoniakuitstoot niet meer daalde. Al drie tot vier decennia is gereduceerd stikstof (N) de overheersende vorm (> 75 %) van stikstofdepositie in Nederlandse natuurterreinen (de Haan et al., 2008).

Volgens de 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland - rapportage-2017' van het Planbureau voor de Leefomgeving (Smeets et al., 2017) zal de totale uitstoot en daardoor ook de depositie van stikstof in de toekomst weer verder afnemen. De daling in stikstofdepositie op lange termijn (1990-2016) is het gevolg van lagere emissies van zowel stikstofoxiden als van ammoniak (NH_3). De emissie van stikstofoxiden in Nederland daalde sinds 1990 met circa 65%. Deze daling is het resultaat van maatregelen bij het verkeer (o.a. invoering katalysator), bij de industrie en in de energiesector.

De NH_3-emissie door agrarische bronnen in Nederland is sinds 1990 met naar schatting 70% gedaald. Deze emissiedaling is het gevolg van maatregelen zoals verbeterde voersamenstelling, het gebruik van emissiearme stallen, het afdekken van mestsilo's en het direct onderwerken van mest bij de aanwending.

In de periode 2005-2016 lijkt de totale stikstofdepositie (N-totaal) gedaald, echter deze daling is niet statistisch significant. Over deze periode is de schijnbare daling van gereduceerde stikstof niet statistisch significant maar de daling van geoxideerde stikstof wel (dat zijn stikstofoxiden en opgeloste stikstofoxiden in (neerslag)water)).

Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10%, Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de ordegrootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.



Figuur 5 Ontwikkeling van stikstofdepositie in Nederland (CLO & RIVM, 2019)

4 METHODE ECOLOGISCHE BEOORDELING

4.1 Inleiding

Aanpak

De rekenresultaten uit Aerius wijzen uit dat sprake is van enige depositie op alle voor stikstof gevoelige Nederlandse Natura 2000-gebieden. Aangezien voor een zeer groot aantal Natura 2000-gebieden geldt dat een belangrijk deel van de habitattypen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen sprake is van een overbelasting ten gevolge van de achtergronddepositie, kunnen negatieve effecten niet op voorhand uitgesloten worden.

In deze ecologische beoordeling wordt geanalyseerd of deze depositie van stikstof door de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta tot significant negatieve effecten kan leiden voor de instandhoudingsdoelstellingen en de natuurlijke kenmerken van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Hierbij wordt de volgende aanpak gehanteerd:
- De beschrijving wordt beperkt tot habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen (IHD)[5] zijn vastgesteld.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zal de emissie ook geen effect hebben op het behalen van IHD's van soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied niet met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zullen eventuele effecten ook voor de soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen, beoordeeld moeten worden.

Instandhoudingsdoelen en KDW

Het vertrekpunt voor de beoordeling is de huidige staat van habitattypen waarvoor geldt dat in veel gevallen sprake is van een stikstofdepositie die autonoom (dus zonder het project) hoger ligt dan het niveau van de kritische depositiewaarde (KDW) voor de betreffende habitattypen. Voor veel van deze habitattypen geldt daarbij dat de gewenste omvang en kwaliteit van het habitattype in de huidige situatie niet voldoen aan het gestelde instandhoudingsdoel[6].

Het effect van de tijdelijke depositie op de instandhoudingsdoelstellingen wordt bepaald door te beoordelen welk negatief effect de tijdelijke toevoeging van depositie heeft. Er is reeds gedurende lange tijd (circa vier decennia) sprake van een hoge stikstofemissie in Nederland. Het effect van het project moet worden beoordeeld in het licht van de toevoeging die zij doet. Daarbij staat de vraag centraal of de tijdelijke depositie:
- Een direct effect kan hebben waardoor het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald en/of;
- Ertoe leidt dat het instandhoudingsdoel niet binnen redelijke termijn behaald kan worden.

Op zichzelf geldt geen termijn voor het behalen van een gesteld instandhoudingsdoel op grond van de Habitat- of Vogelrichtlijn. Sinds de jaren '80 is sprake van zeer hoge stikstofemissies en -deposities. Deze deposities zijn indertijd ook als knelpunt voor de natuur geïdentificeerd en er zijn beleidsdoelstellingen gesteld en maatregelen getroffen[7]. De vraag is relevant wat bij het beoordelen van de haalbaarheid van instandhoudingsdoelstellingen een redelijke termijn is. Gezien de decennia met zeer hoge tot hoge belasting is duidelijk dat stikstof niet tot directe negatieve effecten leidt maar tot abiotische condities die ontwikkeling of kwaliteit belemmeren en/of beïnvloeden van het habitattype of leiden tot concurrerende begroeiing. Door verschillen van 10-tallen mollen of meer tussen achtergronddeposities en kritische depositiewaardes en de bijdrage van bronnen in de achtergrond waarop nationaal zeer beperkt invloed is (als gevolg van emissies uit het buitenland, zeescheepvaart, Europese emissie-eisen voertuigen), is het niet realistisch uit te gaan van een korte termijn voor het behalen van instandhoudingsdoelstellingen. Realistisch gezien kan niet anders

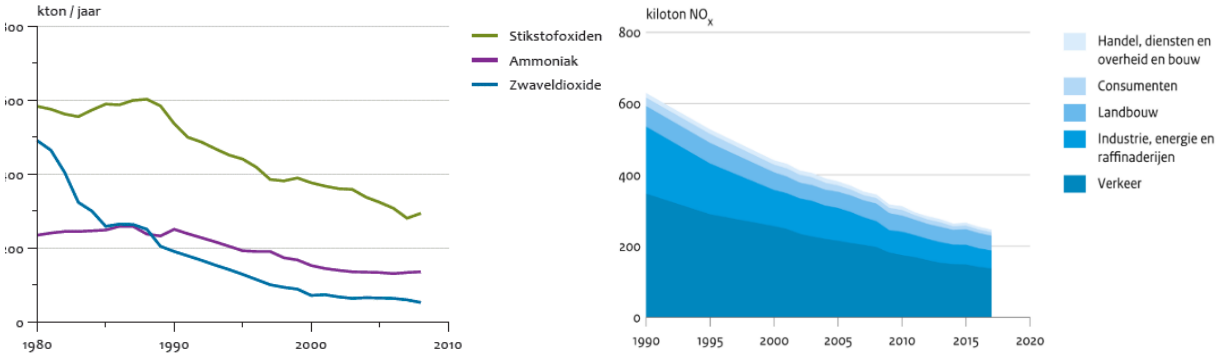
[5] Hierna worden habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen in het kader van een Natura 2000-gebied zijn gesteld, aangeduid met 'habitattypen'.
[6] Compendium voor de Leefomgeving. In de periode 2013-2018 was 12% van de habitattypen in een gunstige staat van instandhouding (https://www.clo.nl/indicatoren/nl1617-duiding-provinciale-indicatoren?ond=20893)
[7] Zure regen. Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland. (Velders et al, PBL, 2010).

worden aangenomen dan dat herstel een langere termijn behoeft van minimaal een decennium. Uiteraard geldt dit in combinatie met reguliere en periodieke beheermaatregelen die onderdeel zijn van de beheerplannen.

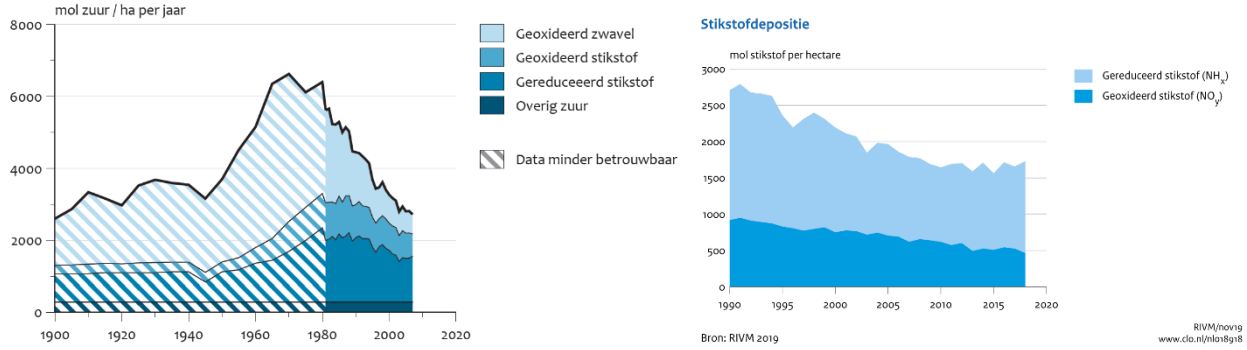
4.2 Bijdrage project

4.2.1 Landelijk beeld

De stikstofemissies naar de lucht en de deposities ten gevolge daarvan zijn historisch gezien reeds enkele decennia hoog. Zoals in paragraaf 3.3 van deze ecologische beoordeling is beschreven, zijn emissies naar de lucht vanuit verschillende beleidsterreinen een aandachtspunt. Beleid ten aanzien van de reductie is in de jaren ’80 in eerste instantie intensief opgepakt in het kader van het tegengaan van zure regen, waarin ook stikstofoxiden een rol spelen. Dit probleem is afdoende aangepakt, met name door de reductie van emissies van zwaveldioxide. De impact van stikstofoxiden is op dit moment, vanuit ecologisch perspectief, nog steeds relevant aangezien dit tot negatieve effecten leidt. De volgende figuren laten zien dat emissies van stikstof sinds de jaren ‘80 zeer hoog zijn geweest, maar sinds 1990 een dalende trend vertonen, zij het dat de trend van de daling afneemt. Dit is terug te zien in de deposities die, evenals de emissies, grofweg zijn gehalveerd tussen 1990 en 2010.



Figuur 6 Ontwikkeling stikstofemissies sinds 1980. (Buijsman et al., 2010)



Figuur 7 Ontwikkeling depositie mol N/ha/jaar. sinds 1980[8]*.* (Buijsman et al., 2010; CLO & RIVM, 2019)

De daling van emissies en deposities is het gevolg van maatregelen die getroffen zijn op verschillende terreinen. Dit betreft bijvoorbeeld emissie-eisen aan voertuigen en verbrandingsinstallaties en eisen aan de landbouw. Uit de afvlakking van deze emissies volgt dat bij strengere emissie-eisen een verdere reductie steeds moeilijker bereikt wordt aangezien dit veelal gepaard gaat met significant hogere kosten.

In dat kader is te zien dat, mede vanuit de beleidsvelden ten aanzien van andere emissies (broeikasgassen), beleid gericht is op de introductie van meer hernieuwbare energie om inzet van fossiele brandstoffen te vermijden in plaats van te verschonen. Hiervoor wordt overgegaan op elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector, terwijl parallel de elektriciteit door middel van hernieuwbare bronnen wordt opgewekt. Elektrificatie is een sector-overstijgende hoofdlijn in het in juni 2019 afgesloten

[8] De PBL-rapportage (Velders et al, 2010) geeft aan dat de betrouwbaarheid van de data inzake stikstofdeposities onvoldoende wordt geacht voor de periode voor 1980.

Klimaatakkoord ter uitvoering van de nationale klimaatdoelstellingen. Vaststaat dat de productie van dit verbruik in 2050 nagenoeg vrij is van emissies, behoudens elektriciteit opgewekt uit biomassaverbranding, aangezien bij wet is vastgelegd dat in 2050 de elektriciteitsproductie volledig CO_2-neutraal is in 2050 (art. 2 lid 2 Klimaatwet).

De door de windparken op zee opgewekte elektriciteit vervangt energie opgewekt uit fossiele bronnen en voorkomt de stikstofemissies die daarbij vrijkomen. Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta levert een belangrijke bijdrage aan de verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening en is voorwaardelijk voor (duurzame) elektrificatie. Het project levert daarmee een belangrijke bijdrage én is voorwaarde scheppend voor het verder reduceren van de stikstofdeposities in Nederland.

Dit is in de tijd gezien ook een belangrijke stap: de eerder afgesproken Europese doelstelling van reductie van CO_2-uitstoot van 40% in 2030 en voor Nederland een reductie van 49% wordt met de Green Deal verhoogd. Met de Green Deal wordt in Europa voor 2030 een CO_2-reductiedoelstelling van 55% nagestreefd, dit betekent voor Nederland waarschijnlijk een reductie van rond de 60%. Dit betekent een additionele reductie-opgave ten opzichte van het Klimaatakkoord.

4.2.2 Stikstofemissies en -deposities van het project

Er treden emissies op naar de lucht tijdens de aanleg van het project door de inzet van voer-, vaar- en werktuigen. De aanlegwerkzaamheden vinden plaats op land en op zee. Op land wordt een transformatorstation gerealiseerd, dit is een uitbreiding van het transformatorstation dat reeds aanwezig is. Tevens wordt vanaf het station een kabel aangelegd op land en op zee naar een platform IJmuiden Ver Beta op zee. Bij de aanleg zijn er diverse emissiebronnen te onderscheiden. In Bijlage A en Bijlage B is een overzicht gegeven van de emissiebronnen van het project voor respectievelijk de aanleg van kabelconfiguratie 1x4 en 2x2.

De emissies betreffen een conservatieve inschatting, om een zo reëel mogelijke effectbepaling te kunnen uitvoeren. In de werkelijkheid zijn de emissies, en daarom ook de deposities ten gevolge daarvan, lager. Emissies van stikstof zijn niet te vermijden gedurende de aanlegfase omdat de werktuigen en transportmiddelen die de grootste bijdrage leveren aan de stikstofemissie (kabellegschepen, baggerschepen, jack ups) niet emissieloos beschikbaar zijn. Het is niet ondenkbaar dat op (relatief lange) termijn emissies bij werkzaamheden aan soortgelijke projecten kunnen worden uitgesloten. Een alternatieve uitvoering van het project die vrij is van emissie is niet mogelijk met de huidige stand van de techniek. TenneT is zich sterk bewust van de mogelijkheden om emissies te beperken in de uitvoering door de selectie van materieel of werkmethoden die de inzet in tijd en daarmee emissie van werktuigen en transportmiddelen beperken. De aanscherping van emissie-eisen in de tijd vanuit IMO en de Europese Unie leveren hier een belangrijke bijdrage aan, echter dat gaat (zeer) langzaam aangezien dit doorwerkt via de vervanging van voer-, vaar- en werktuigen terwijl de levensduur van bijvoorbeeld schepen zeer lang is. In het onderhavige project Net op zee IJmuiden Ver Beta wil TenneT daarom het beperken van emissies stimuleren ten opzichte van ‘business as usual’. Dit doet zij door:

- In de uitgangspunten is door TenneT al het uitgangspunt genomen dat op baggerschepen, die een groot aandeel in de emissie hebben, een grote reductie wordt toegepast. Dit is ook de minimale eis die TenneT stelt aan de markt;
- Voor de overige werkzaamheden wil TenneT de aannemers stimuleren extra maatregelen te nemen door dit te belonen met een hoge fictieve korting op de inschrijfprijs.
- De aannemer te informeren over de mogelijkheden voor stikstofreductie. In werksessies in de tenderfase wordt inzicht geboden in mogelijkheden, zoals selectie van materieel, gedragsregels tijdens de bouw (stationair draaien), elektrificatie mogelijkheden of ombouw van apparatuur (bijvoorbeeld inbouw SCR).

De projecten van TenneT vinden plaats binnen het kader van openbare aanbestedingstrajecten waardoor voor een lopend project informatie concurrentiegevoelig is of niet dwingend mag worden voorgeschreven.

TenneT zal echter de meerkosten accepteren van reductieopties die redelijk, zinvol en (maatschappelijk) te verantwoorden zijn, waardoor emissies met zekerheid lager zullen zijn dan in een business as usual-scenario.

Rekening houdend met het bovenstaande is uitgegaan van een emissiereductie van 80% op het business as usual-scenario.

4.2.3 Stikstofreductie door uitrol windenergie

De emissies ten gevolge van het project leiden tot tijdelijke en geringe deposities van stikstof. De aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta maakt onderdeel uit van de totale uitrol van windenergie op zee: aanleg van windparken, inclusief de aansluiting via de netten op zee op het landelijke hoogspanningsnet.

Tabel 1 geeft de jaarlijkse elektriciteitsproductie weer van het windpark IJmuiden Ver. De opgewekte elektriciteit wordt door het Net op zee IJmuiden Ver Beta op het hoogspanningsnet op land gebracht. Deze productie van elektriciteit door windturbines is nagenoeg[9] vrij van emissies naar de lucht. De productie is significant, aangezien dit ten opzichte van het huidige jaarlijks elektriciteitsverbruik (111 miljard kWh, CBS 2021) een aandeel van circa 7,5% vertegenwoordigt.

Zoals Tabel 1 laat zien wordt door de productie van elektriciteit een significante reductie van stikstofemissies bereikt. Ter referentie is daarbij de emissie gegeven die optreedt bij een vergelijkbare hoeveelheid energie met fossiele energiebronnen. Emissiereductie vindt echter niet alleen plaats door vervanging van energieproductie bij bestaande energiecentrales, maar ook door de bijdrage aan de elektrificatie van genoemde sectoren, zoals in de vorm van elektrisch rijden.

Tabel 1 Energieproductie, stikstofuitstoot en vermeden emissies (Pondera Consult & Arcadis, 2021)

Energieproductie windparken IJmuiden Ver Beta	Vermeden emissie per jaar NOx a.g.v. energieproductie windparken IJmuiden Ver Beta	Vermeden emissie NOx levensduur (25 jr. energieproductie windparken IJmuiden Ver Beta	Totaal emissie aanlegfase in NOx
8.370 GWh/jr[10]	2.173 ton	54.318 ton	604 ton NOx

Door vervanging van fossiele energieopwekking levert de realisatie van het Net op zee IJmuiden Ver Beta een significante bijdrage aan de verdere afname van de stikstofemissies en -deposities in Nederland ter plaatse van habitattypen in Natura 2000-gebieden. Door een tijdelijke emissie van 604 ton NOx gedurende de bouwfase, is een jaarlijkse reductie mogelijk van 2.173 ton NOx/jaar gedurende 25 jaar exploitatie. De totale reductie over 25 jaar is circa 54.318 ton NOx[11] en levert daarmee een significante bijdrage aan de gewenste daling van stikstofemissies, in een veelvoud van de emissies die tijdelijk optreden bij de aanleg. Daarnaast maakt het project, door de opwekking van hernieuwbare energie, een verdere reductie mogelijk door elektrificatie.

[9] Bij de productie, bouw, onderhoud en verwijdering van windturbines komen ook emissies naar de lucht voor. Deze emissies zijn echter in circa een jaar of minder 'terugverdiend', doordat de windturbines jaarlijks een hoeveelheid elektriciteit produceren die anders door verbranding van fossiele brandstoffen met bijbehorende emissies opgewekt zou worden. Bronnen: (Ghenai, 2012; Haapala & Preedanood, 2014)

[10] Blix, Pondera et al (2020). Determination of the cost levels of wind farms (and their grid connections) in new offshore wind energy search areas, WOZ2180096. Enkel de totale energieopbrengst van IJmuiden Ver is gegeven. Aangenomen wordt IJmuiden Ver Beta de helft van dit totaal betreft.

[11] De berekening van vermeden emissies is mede afhankelijk van de daadwerkelijke emissies door elektriciteitscentrales. Deze centrales zijn de afgelopen jaren schoner geworden. In de berekening is rekening gehouden met een emissiereductie van 0,03 kg NOx/GJ met 2019 als referentiejaar (CBS 2021, Emissies van luchtverontreinigende stoffen volgens NEC richtlijnen). Dit cijfer was in 2000 0,13 kg, in 2010 0,05 kg en in 2019 dus 0,03. De verwachting is dat dit cijfer mogelijk nog wat verder zal dalen, maar niet meer zo hard als de afgelopen jaren, waardoor de reductie van NOx in genoemde tabel mogelijk kleiner zal zijn. Daar staat tegenover dat er dan ook minder emissie van elektriciteitscentrales zijn, hetgeen per saldo voor stikstofgevoelige habitattypen een gunstig effect heeft.

4.3 Wijze van beoordelen

4.3.1 Hoogte van de depositie

Uit de Aerius-berekening komt naar voren dat er een tijdelijke en beperkte depositie ten gevolge van het project optreedt in een groot aantal Natura 2000-gebieden en binnen deze gebieden op een groot aantal habitattypen. Deze depositie is tijdelijk van aard aangezien die voortkomen uit de aanlegwerkzaamheden binnen een periode van drie á vier jaar. Voor de berekening is worst-case aangenomen dat alle werkzaamheden in een periode van één jaar worden uitgevoerd.

Uit de berekening voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie volgt als hoogste belasting 0,77 mol N/ha in Natura 2000-gebied Voornes Duin op habitattype H2180B Duinbossen (vochtig). Voor de 2x2 kabelconfiguratie is dit 0,91 mol N/ha. Een tijdelijke stikstofdepositie treedt op in ruim 120 Natura 2000-gebieden en is voor alle andere habitattypen en Natura 2000-gebieden (ruim) lager dan 0,77 of 0,91 mol N/ha.

In Bijlage D en Bijlage E zijn de resultaten van de Aerius-berekeningen van de aanlegfase opgenomen. De Aerius-output geeft alleen de deposities weer van stikstofgevoelige habitattypen. Habitattypen die niet stikstofgevoelig zijn ondervinden geen negatieve effecten ten gevolge van de stikstofdepositie en een beoordeling is niet nodig. De samenvattende tabel van de Aerius-berekening, zoals opgenomen in Bijlage D en Bijlage E, geeft alleen het projecteffect weer en houdt geen rekening met een eventuele overschrijding van de kritische depositiewaardes (KDW). Voornoemde gegevens zijn wel beschikbaar in de Aerius-calculator en de achterliggende database. In de beoordeling is uitgegaan van de daadwerkelijke database en niet van de samenvattende pdf uit Bijlage D en Bijlage E. Dit heeft geen effect op de beoordeling.

4.3.2 Beoordelen effect stikstofdepositie

De ecologische effecten van depositie, ook van tijdelijke en beperkte deposities, zijn beoordeeld voor alle habitattypen in alle Natura 2000-gebieden die gevoelig zijn voor stikstof en waar sprake is van een toename van stikstofdepositie als gevolg van het project. Daarmee is de beoordeling geldig voor alle gebieden die een stikstofbelasting ontvangen.

De beoordeling vindt plaats op basis van het bepalen en toepassen van de potentiële effectrelaties van stikstofdepositie en ecosystemen. Deze effectrelaties zijn geldig voor alle habitattypen. De effecten van de depositietoenames op de betrokken Natura 2000-gebieden is als volgt beoordeeld:

1. Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling Voornes Duin (zie hoofdstuk 5)
2. Algemene effectbeoordeling gevolgen van een tijdelijke depositie (zie hoofdstuk 6)

Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling en aanvullende selectie habitattypen
Voor het Natura 2000-gebied dat de hoogste stikstofdepositie ontvangt, is een gebiedsspecifieke effectbeoordeling uitgevoerd. Deze specifieke beoordeling is bedoeld om ook vanuit een inhoudelijke toetsing (een concreet Natura 2000-gebied en habitattype) het effect van de stikstofdepositie te beoordelen. Het geeft daarmee een concreet inzicht in wat de betekenis is van een tijdelijke, lage stikstofdepositie in het ecosysteem van habitattypen (al dan niet in een overbelaste situatie). De effectbeoordeling gaat in op de effecten op de habitattypen van het Natura 2000-gebied met de hoogste stikstofdepositie als gevolge van het project, in dit geval de Voornes Duin.

Algemene beoordeling
De algemene beoordeling betreft de analyse van de mogelijke effecten van zeer kleine en tijdelijke toenames van stikstofdepositie in ecosystemen en daarmee op habitattypen in Natura 2000-gebieden. Hierin wordt onderbouwd dat een eenmalige, kleine depositie in algemene zin niet kan leiden tot zichtbare veranderingen in habitattypen en dat daarmee de natuurlijke kenmerken van betrokken Natura 2000-gebieden niet worden aangetast. De beoordeling voor Net op zee IJmuiden Ver Beta is geldig voor alle habitattypen waar sprake is van een tijdelijke, kleine stikstofdepositie.

De beoordelingsaspecten, uitgewerkt in hoofdstuk 6, zijn gebaseerd op de uitgangssituatie dat de KDW is overschreden en het habitattype een ongunstige staat van instandhouding kent. Omdat niet alle KDW's

worden overschreden en niet alle habitattypes een ongunstige staat van instandhouding kennen, is dit een worstcase uitgangspunt. Andere omgevingsaspecten die een negatieve invloed hebben op een habitattype op een specifieke locatie kunnen een groter effect hebben, waardoor een eventueel effect van stikstof minder of niet relevant is.

4.3.3 Leefgebieden versus habitattypen

In Aerius wordt naast de habitattypen ook onderscheid gemaakt in zoekgebieden van habitattypen en leefgebieden van habitatrichtlijnsoorten. Zoekgebieden zijn die gebiedsdelen waar men verwacht of beoogd habitattypen te kunnen ontwikkelen. Deze worden niet apart beoordeeld, maar worden als gelijk aan het daadwerkelijke habitattype beschouwd, mede ook omdat de depositie op de zoekgebieden lager is dan die van het habitattype zelf. Leefgebieden zijn opgesteld en vastgesteld door Sovon in 2016 (Sierdsema et al., 2016) en fungeren als hulpmiddel voor het te voeren beheer en vergunningverlening. Daarnaast zijn de leefgebieden opgesteld voor de PAS om leefgebied van stikstofgevoelige soorten in kaart te brengen. Voor de leefgebieden zelf zijn geen instandhoudingsdoelen opgesteld per Natura 2000-gebied.

Een verslechtering van het leefgebied is in deze ecologische beoordeling gelijkgeschakeld met de beoordeling van de habitattypen waar deze leefgebieden door gevormd worden en zijn daarmee niet apart beoordeeld. Het effect op een habitattype is gelijk aan een effect op een leefgebied. De drempel van een merkbaar negatief effect ten gevolge van stikstof is voor soorten tevens een stuk hoger dan voor een habitattype. Bijvoorbeeld de verandering in samenstelling van vegetatie door een verhoogde voedselrijkdom hoeft voor een vogel niet te betekenen dat de kwaliteit van het leefgebied is afgenomen. Voor de kwaliteit van de habitat is echter de samenstelling van de vegetatie wel een belangrijke maatstaf.

Het effect van stikstofdepositie op leefgebieden heeft hierdoor minder directe impact dan het effect op habitattypen.

5 EFFECTBEOORDELING HABITATTYPEN

5.1 Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin

5.1.1 Wijze van beoordeling

In dit hoofdstuk is een nadere uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar de depositietoename het hoogst is. In deze beoordeling is per habitattype een analyse gemaakt van het voorkomen en de kwaliteit van het habitattype zoals beoordeeld in beheerplannen en gebiedsanalyses. Dit is de situatie in het gebied zoals die was voordat eventuele aanvullende instandhoudingsmaatregelen waren genomen. Ook is beschreven wat de huidige situatie is ten aanzien van stikstofdepositie en of, en zo ja in welke, mate nog sprake is van overschrijding van de KDW. Daarnaast zijn andere knelpunten voor het realiseren van de instandhoudingsdoelen beschreven.

In de beoordeling van het effect van de toename van de stikstofdepositie door de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta is uitgegaan van het reguliere beheer dat in de gebieden plaatsvindt. Dit beheer wordt al vele jaren tot decennia in natuurgebieden uitgevoerd door professionele instanties in opdracht van de overheid. De resultaten van het reguliere terreinbeheer, ten aanzien van de aard en kwaliteit van de aanwezige natuurwaarden is evident en staat wetenschappelijk niet ter discussie.

De maatregelen die in het kader van het PAS zijn geformuleerd in de gebiedsanalyses en zijn opgenomen in de beheerplannen voor de Natura 2000-gebieden worden onverkort doorgezet, ondanks het wegvallen van het PAS als instrument voor vergunningverlening. Rijk en provincies, als verantwoordelijke overheden voor Natura 2000, zien de realisatie van deze maatregelen als een belangrijke pijler voor het oplossen van de stikstofcrisis. In aanvulling op de al eerder gereserveerde middelen voor de uitvoering van de PAS-maatregelen (€ 500 miljoen), zijn aanzienlijke extra budgetten gereserveerd voor verdere versterking van de Natura 2000-gebieden (€ 300 miljoen per jaar gedurende 10 jaar).

Veel van de aanvullende maatregelen zijn nog niet of recent getroffen, waarbij het resultaat nog niet gemonitord of gedocumenteerd is. Bovendien zal een deel van de maatregelen pas op enige termijn tot meetbaar resultaat leiden, vanwege de ontwikkelingstijd van de betrokken ecosystemen. In deze effectbeoordeling zijn alleen de aanvullende instandhoudingsmaatregelen in beschouwing genomen die tot en met 2019 zijn uitgevoerd. Maatregelen die vorig jaar of dit jaar (2021) of nog niet zijn uitgevoerd, zijn niet in de effectbeoordeling betrokken, omdat het effect van de maatregel of de uitvoering nog niet vaststaat (hoewel het zeer aannemelijk is dat deze maatregelen uitgevoerd worden gezien het omvangrijke beschikbaar gestelde budget, en het belang van de maatregelen als bijdrage aan de oplossing van de stikstofcrisis). Daar waar resultaten van maatregelen niet bekend zijn, is aangesloten op de wetenschappelijke beoordeling van de effectiviteit van beheermaatregelen ten aanzien van het voorkomen of beperken van effecten van stikstof. Deze wetenschappelijke inzichten zijn opgenomen in de PAS-herstelstrategieën, die voor alle habitattypen zijn opgesteld.

Maatregelen die zich richten op systeemherstel, zoals herstel van verstuivingsdynamiek in duinen, leiden tot een directe verbetering in de robuustheid van de betrokken systemen, ook ten aanzien van de effecten van nog optredende te hoge stikstofdeposities. Vormen van regulier beheer als begrazing, maaien, periodiek plaggen en chopperen en opslag verwijderen, leiden tot een permanente verwijdering van stikstof uit het systeem en hebben daarmee ook onmiddellijk resultaat ten aanzien van het voorkomen van effecten van te hoge stikstofdeposities.

Bij de ecologische beoordeling van de effecten is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- PAS-gebiedsanalyse van het Natura 2000-gebied Voornes Duin;
- Beheerplan bijzondere natuurwaarden Voornes Duin
- Profielendocumenten van de betrokken habitattypen;
- Herstelstrategieën PAS voor de betrokken habitattypen;
- Actuele gegevens over uitvoering van generiek beheer en aanvullende instandhoudingsmaatregelen, verzameld in opdracht van TenneT;
- Natuurkennis.nl.

5.1.2 Korte gebiedskarakteristiek

Voornes Duin bestaat uit het duingebied bij Oostvoorne, de zilte oeverlanden van het Brielse Gat en het Rak van Scheelhoek met een uitloper langs het Haringvliet ten zuiden van de weg over de Haringvlietsluizen (N57). Het gebied behoort tot de botanisch meest waardevolle duingebieden van ons land, met een hoge soortenrijkdom en grote verscheidenheid aan levensgemeenschappen. In Voornes Duin komen, anders dan in veel van de Hollandse duinen, geen oude duin- en strandafzettingen voor. De noordwest flank bestaat tot 20 meter diepte uit jonge duin- en strandzanden; dit is zeer kalkrijk zand. Het overige deel van het gebied bestaat uit een afwisseling van jonge duin- en strandzanden van variabele dikte.

Voornes Duin ligt op een bijzondere landschappelijke plek nabij het mondingsgebied van een aantal grote rivieren. De omvang en dikte van de zandpakketten is naar verhouding gering, waardoor slechts lokaal en beperkt water is onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening. De aanwezigheid van slecht doorlaatbare klei- en veenlagen ondiep in de ondergrond zorgen ervoor dat natte milieus goed zijn vertegenwoordigd, onder andere in de vorm van twee natuurlijke duinmeren met permanent open water (Breede Water en Quackjeswater). Het gebied bestaat verder uit een afwisselend duingebied met ook meerdere kleine poelen, moerassen, grote oppervlaktes bos en struweel, duingraslanden en een groot aantal natte en vochtige duinvalleien. Aan de binnenduinrand liggen een aantal landgoedbossen met stinzenflora.

Naast gradiënten in bodemvocht zorgen gradiënten in kalkgehalte van de bodem (de naar verhouding oude duingedeelten zijn kalkarm, de jonge kalkrijk), humusvorming, ophoping van nutriënten, overgangen tussen zout en zoet, en dynamiek van zee en wind voor de opmerkelijke variatie aan levensgemeenschappen. Voornes Duin is zowel een Vogelrichtlijn- als Habitatrichtlijngebied. De stikstofgevoelige habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen staan in Tabel 2. Daarnaast zijn de nauwe korfslak (H1014) en de groenknolorchis (H1903) aangewezen als instandhoudingsdoelsoort voor het gebied. Deze twee soorten zijn ook stikstofgevoelig. In het gebied is sprake van een snelle successie. Dit heeft naast directe effecten op de vegetatie en de structuur en functie van het habitattype ook een indirect effect op typische diersoorten. Snelle successie leidt tot een achteruitgang van duinspecifieke diersoorten. Daarnaast treden de volgende knelpunten op in het gebied, welke deels een relatie hebben met een versnelde successie:

- Afname van natuurlijke dynamiek door verminderde zoutaanvoer en zandbeweging
- Vrijwel ontbreken van verstuivingen
- Wegvallen van vroegere beweiding/ ontbreken van intensief begrazingsbeheer
- Terugval van konijnenpopulatie
- Stikstofdepositie
- Versnippering

Veel van de instandhoudingsdoelstellingen van Voornes Duin zijn kenmerkend voor de jonge stadia van de successie (witte duinen, grijze duinen, vochtige duinvalleien) en ook de Habitatrichtlijnsoorten, groenknolorchis en Noordse woelmuis. Wanneer dynamische processen (zoals verstuiving) de overhand hebben, ontstaat ruimte voor jonge stadia van de landschappelijke ontwikkeling en kan naar een beheer van zo veel mogelijk niets doen worden gestreefd. Zo profiteert niet alleen het habitattype witte duinen van verstuiving, ook de kalkrijke grijze duinen profiteren hiervan door de invloed van zand- en saltspray te vergroten.

De natuurlijke dynamiek onder invloed van zee en wind is echter overal beperkt; alleen het buitentalud van de zeereep is op bescheiden schaal dynamisch te noemen. Voor het herstel van de natuurlijke (vegetatie)gradiënten is functioneel herstel van het systeem noodzakelijk door middel van verstuiving. Herstel van (grootschalige) verstuiving is in Voornes Duin niet mogelijk vanwege kustveiligheid. De natuurlijke processen in het duingebied kunnen wel worden gestimuleerd door het zeereepbeheer zo veel mogelijk te beperken: kleine verstuivingen en kale plekken worden geaccepteerd en er wordt weinig of geen helm of rijshout ingeplant.

Dit is echter onvoldoende om de instandhoudingsdoelstellingen te behouden of te herstellen. Beheer is noodzakelijk om het duin open te houden. Door beheer kunnen de jonge stadia veel langer worden behouden en kunnen jonge successiestadia in oudere, nu dicht gegroeide delen worden hersteld. Hierbij speelt vooral begrazing een belangrijke rol. Door het ontbreken voldoende begrazing door konijnen en door

stikstofdepositie treedt vergrassing op. Met begrazing kan de successie worden vertraagd en ontstaat geschikt habitat voor konijnen, waardoor de populatie zich kan herstellen. Hiermee ontstaat ondanks de beperkte dynamiek een samenhangend landschap met gradiënten, wat goed aansluit bij de kernopgaven voor het Natura 2000-gebied. Het is hiervoor van groot belang dat de bevordering van de dynamiek via het beheer geïnitieerd (of versterkt) wordt.

5.1.3 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin

In Tabel 2 is aangegeven voor welke habitattypen in het Natura 2000-gebied de kritische depositiewaarden in de huidige situatie (dus zonder dat hierbij het projecteffect is meegenomen) worden overschreden en wat het aandeel in oppervlakte is waarop deze overschrijding plaatsvindt. Deze gegevens zijn gebaseerd op de habitattypenverspreiding en depositiesgegevens uit de meest recente versie van Aerius (versie 2020_20210525_2040287d5b). Op de habitattypen waarop (vrijwel) geen overschrijding van de KDW plaatsvindt, kan een effect van een kleine tijdelijke toename van de depositie op de kwaliteit van het habitattype als onderdeel van het Natura 2000-gebied uitgesloten worden. Deze habitattypen worden niet beschreven en zijn in de tabel groen gemarkeerd.

Tabel 2 Oppervlaktes habitattypen (in ha) met aandeel waarbij de KDW in de huidige situatie wordt overschreden. Getallen op basis van de achtergronddepositities en habitattypes uit AERIUS.

Habitattype		Oppervlak	>KDW		< KDW	
Nr	Naam	Hectare	Hectare	%	Hectare	%
H2120	Witte duinen	23,74	2,23	9%	21,50	91%
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	69,12	68,69	99%	0,42	1%
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	1,40	1,40	100%	0,00	0%
H2160	Duindoornstruwelen	159,33	0,62	0%	158,71	100%
H2170	Kruipwilgstruwelen	0,27	0,00	0%	0,27	100%
H2180Ao	Duinbossen (droog)	80,77	70,57	87%	10,20	13%
H2180B	Duinbossen (vochtig)	197,23	0,53	0%	196,70	100%
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	189,01	131,21	69%	57,80	31%
H2190Ae	Vochtige duinvalleien (open water, (matig) eutrofe vormen)	24,53	0,00	0%	24,53	100%
H2190Aom	Vochtige duinvalleien (open water, oligo- tot mesotrofe vormen)	7,04	7,02	100%	0,02	0%
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	55,27	16,25	29%	39,02	71%
Lg12	Zoom, mantel en droog struweel van duinen	151,64	66,14	44%	85,49	56%

De achtergronddepositie in het Natura 2000-gebied Voornes Duin varieert globaal tussen 550 en 2.300 mol N/ha/jaar. Op 1 hexagoon is sprake van een achtergronddepositie van 3.350 mol/ha/jaar. De tijdelijke toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,77 mol/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en maximaal 0,91 mol N/ha voor de 2x2 kabelconfiguratie over een periode van 3 tot 4 jaar, bedraagt tussen de 0,03 en 0,17% van de hoeveelheid stikstof die vanuit andere bronnen in het gebied terecht komt tijdens de uitvoering van het project. Ook ten opzichte van de kritische depositiewaarde van de betrokken habitattypen is de toename van de stikstofdepositie zeer klein. Deze varieert van 0,03 en 0,1% van de KDW's.

Als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden ver Beta vindt in dit Natura 2000-gebied een eenmalige verhoging van de stikstofdepositie van maximaal 0,76 of 0,88 mol/ha[12] plaats op de volgende habitattypen waarvoor de KDW deels wordt overschreden: H2120, H2130A, H2130C, H2180Ao, H2180C, H2190Aom, H2190B, en Lg12.

Per habitattype is een kaart opgenomen van de overschrijding van de KDW voor het betreffende habitattype in het gebied Voornes Duin (bijvoorbeeld Figuur 8). De in Aerius opgenomen achtergronddeposities (situatie 2019) zijn hier gecombineerd met de in Aerius opgenomen vlakken waarin de habitattypen voorkomen.

5.1.3.1 H2120 Witte duinen

Beschrijving habitattype

Witte duinen ontstaan door natuurlijke successie uit embryonale duinen (H2110). Embryonale duinen stuiven dusdanig ver aan dat het gebied buiten de overstromingszone van zeewater en buiten de invloed van zout grondwater komt. Hier vestigt vervolgens vegetatie in de vorm van helmgrassen. Daarnaast vormen witte duinen zich door het overstuiven of uitstuiven van grijze duinen of door opstuiving van door mensen aangelegde windbarrières. De invloed van de zee is belangrijk in de vorm van inwaai van fijne zoutdruppeltjes. Witte duinen vormen zich langs de zeereep en op actief stuivende paraboolduinen.

Dit habitattype betreft door Helm, Noordse helm of Duinzwenkgras gedomineerde delen van de buitenduinen. Naast helmplanten komen soorten voor als zandzegge, zandhaver en zeemelkdistel. Daarnaast zijn er diverse paddenstoelen soorten die voornamelijk saprofytisch op helm groeien. De vegetatie groeit op matig voedselarme tot matig voedselrijke, droge en basisch tot zwak zure bodem. Het grondwater is hier zeer zoet tot brak. Voor vitale helmgroei is het met name een aanvoer van vers zand noodzakelijk. Dynamiek in het gebied is van essentieel belang voor het functioneren van witte duin (H2120).

Stikstofdepositie heeft vooral invloed op de groei van algen en vegetatiegroei in witte duinen. Op locaties waar minder dynamiek aanwezig is heeft stikstofdepositie een grotere invloed. Stikstofdepositie versnelt de vastlegging en afname van dynamiek door verruiging. Voor de kenmerkende vogelsoorten betekent dit dat er minder open plekken zijn om te fungeren als geschikt foerageergebied. Daarnaast zorgt de toename van begroeiing voor een koeler en vochtiger microklimaat wat negatief is voor de duinsabelsprinkhaan.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel

Behouden van oppervlak en kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

[12] De maximale depositie 0,77 of 0,91 mol N/ha op H2180B betreft een habitattype zonder overschrijding van de KDW.

Uit Tabel 2 en Figuur 8 blijkt dat voor slechts 9% van het areaal van het habitattype H2120 Witte duinen in Natura 2000-gebied Voornes Duin een overschrijding van de KDW plaatsvindt.



Figuur 8 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2120 Witte duinen in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit
Wanneer wordt uitgegaan van de gekarteerde oppervlaktes die aanwezig zijn in de habitattype kaart van de AERIUS-calculator is in totaal 23,7 ha van het habitattype H2120 aanwezig in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In de gebiedsanalyse (en daarmee ook het beheerplan) wordt uitgegaan van een totaal oppervlak van 34,2 ha. Het oppervlak van het habitattype komt gefragmenteerd en vaak in kleine oppervlaktes voor. De grootste oppervlaktes bevinden zich in de zeereep van het deelgebied Quackjeswater en Breede Water.

De karakteristieke plantgemeenschappen komen in alle deelgebieden voor maar een deel van de typische soorten ontbreken in een aantal deelgebieden. De zandhagedis komt wel in alle deelgebieden voor. Als gevolg van het verzwaren van de zeereep met gebiedsvreemd zand ontbreken de kenmerken van goede structuur en functie. In het gebied Breede Water is door herstelwerkzaamheden een verbetering van de structuur en functie in gang gezet.

Samenvattend verkeerd het grootste deel van het habitattype in de deelgebieden van matige kwaliteit door het deels ontbreken van typische soorten en de matige structuur en functie van het habitattype.

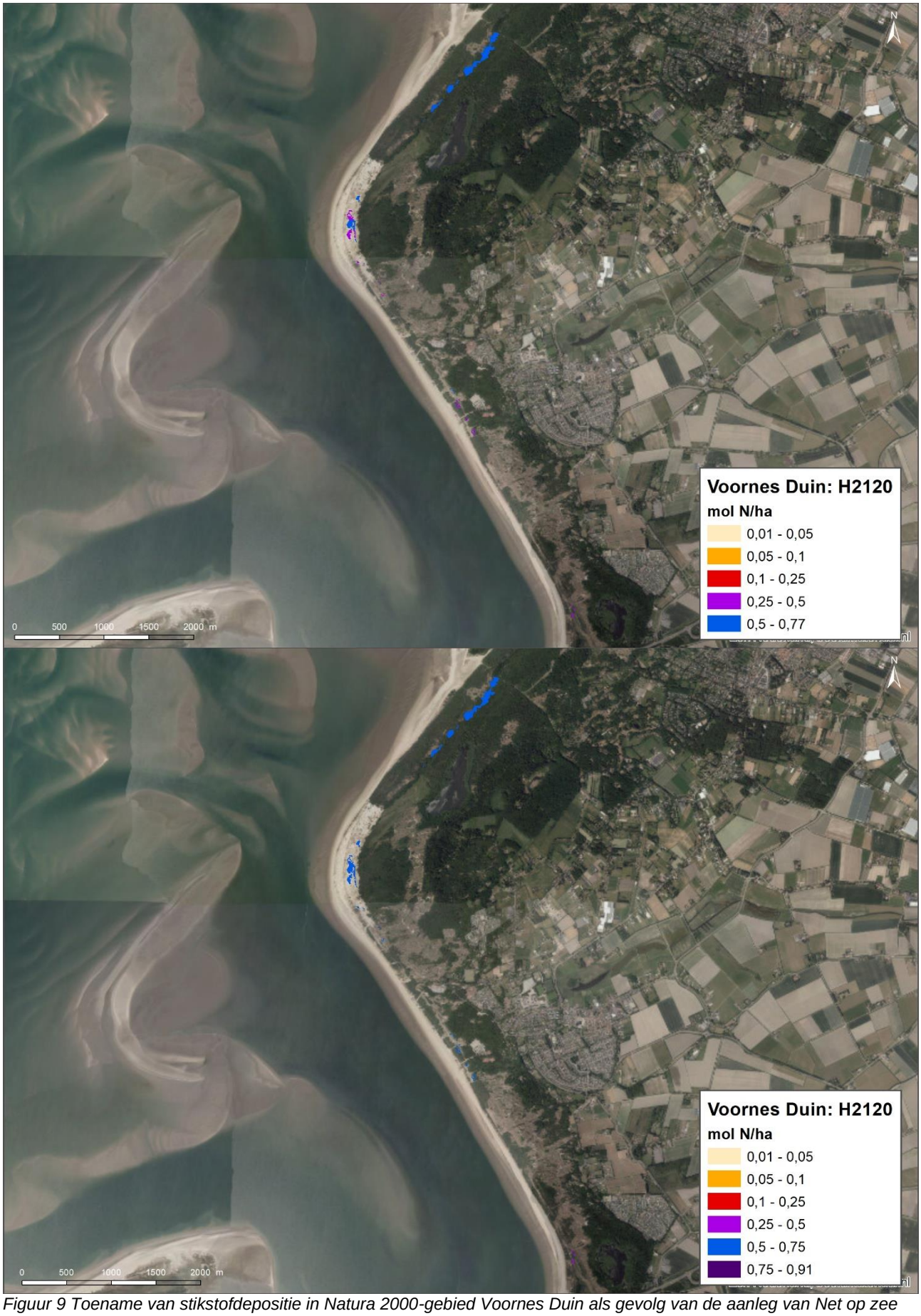
Overige knelpunten
In alle deelgebieden waar het type voor komt, is sprake van een matige kwaliteit van het aspect structuur en functie. Dit is gekoppeld aan de mate van vastlegging als gevolg van de waterkerende functie van de duinen en de eerdere verzwaring van de zeereep waarbij gebruik is gemaakt van gebiedsvreemd (slibhoudend) zand. Hierdoor is er sprake van weinig verstuiving, weinig kaal zand, verstruiking, een onregelmatige vegetatiestructuur en een onregelmatig reliëf.

Regulier beheer
Het beheer is voor het grootste deel van dit habitattype de verantwoordelijkheid van het waterschap. Het

Waterschap Hollandse Delta voert het waterkeringbeheer op grond van bevoegdheden van de Keur. In de praktijk is dit zeer beperkt. Bij het onderhoud van de zeewering is de laatste jaren meer ruimte gekomen voor natuurlijke processen. Zolang de veiligheid niet in het geding is, mag het zand van de kering stuiven. Wanneer te veel zand kan stuiven wordt helm ingeplant.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 9 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta weergegeven op delen van het habitattype H2120 Witte duinen waarvoor in de huidige situatie een overschrijding van de KDW plaatsvindt. Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op overbelaste hexagonen is 0,66 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,78 mol N/ha voor de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 9 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta (boven 1x4 kabelconfiguratie, onder 2x2 kabelconfiguratie) op locaties met habitattype H2120 Witte Duinen waar een overschrijding van de KDW optreedt.

In de huidige situatie vindt slechts op 9% van het oppervlak van het habitattype en overschrijding van de KDW plaats. Toch geld voor het gehele areaal van het areaal dat het in een matig tot slechte kwaliteit verkeert. Voor het overgrote deel is de matige kwaliteit het gevolg van de matige structuur en functie van het habitattype. Deze matige structuur en functie is het gevolg van het vastleggen van de zeereep vanwege de waterkerende functie en het eerdere verzwaren met gebiedsvreemd zand. Hierdoor is er sprake van weinig verstuiving, weinig kaal zand, een onregelmatige vegetatiestructuur, een onregelmatig reliëf en is er sprake van verstruiking.

Stikstofdepositie is voor dit habitattype geen knelpunt en de effecten van de eenmalig toevoeging van 0,66 of 0,78 mol N/ha kan als verwaarloosbaar worden beschouwd. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitattype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.2 H2130A Grijze duinen (kalkrijk)

Beschrijving habitattype

Grijze duinen zijn alle duingraslanden met een min of meer droge, gesloten gras-, mos- of korstmosmat. Ze zijn aanwezig in alle kustduinen, van Schiermonnikoog tot aan het Zwin. Ontwikkeling van grijze duinen verloopt door successie via Embryonale duinen en Witte duinen.

Deze duinen liggen meer landinwaarts dan de met helm begroeide Witte duinen (H2120). Op deze locaties is de door de wind veroorzaakt dynamiek voldoende laag voor het ontstaan van gesloten begroeiingen met kruiden en mossen. Mosduinen gaan dan verder evolueren naar duingraslanden. Eerst met een aantal pioniersoorten zoals duinviooltje. Later in de successie volgt het duingrasland, een soortenrijke begroeiingen met dominantie van laagblijvende grassen, kruiden, mossen en/of korstmossen. Vermengd met deze begroeiingen kunnen kruidenrijke zoombegroeiingen graslanden met dominantie van de dwergstruik duinroos voorkomen. Duingraslanden komen dan vaak voor in complex met mosduinen, kruipwilg- of duinroosjesdwergstruwelen.

Door de bodemvorming ontstaat een zogenoemde ‘AC-horizont’ met een grijze kleur, vandaar de naam van het habitattype. Dynamiek in de vorm van lichte overstuiving, hellingprocessen (dynamiek door neerslag) en begrazing door konijnen zorgt van nature voor de instandhouding van het type. Vanwege de positieve invloed van verstuiving, worden ook stuifplekken binnen graslandcomplexen tot het habitattype gerekend.

Het ontstaan van duingraslanden is weliswaar een natuurlijk proces, maar de uitgestrektheid van de graslanden in de Nederlandse duinen is waarschijnlijk mede veroorzaakt door menselijke activiteiten (met name beweiding, maar ook grondwateronttrekking).

De hoge soortenrijkdom is voor een belangrijk deel karakteristiek voor de grazige vegetaties zelf, maar een deel van de soorten is juist (mede) afhankelijk van onbegroeide delen (blauwvleugelsprinkhaan), konijnenholen (tapuit) of bloemrijke zomen (duin- en grote parelmoervlinder).

Onaangetaste duingebieden zijn sterk dynamische milieus, met een intensieve wisselwerking tussen hydrologie, wind, moedermateriaal, bodemvorming, vegetatieontwikkeling en herbivoren. Een reden voor de grote vegetatievariatie van duinen is de aanwezigheid van zogenaamde ‘shifting mosaics’. Dit zijn in de tijd variabele ruimtelijke patronen van successiestadia, waarbij verschillende plekken zich in andere ontwikkelingsstadia bevinden. Hierdoor kunnen veel soorten, elk kenmerkend voor een bepaald stadium of een combinatie daarvan, vlak naast elkaar voorkomen.

De kalkrijke variant H2130A van het habitattype komt voor op kalkrijk duinzand dat oppervlakkig nog weinig of niet is ontkalkt. Door natuurlijke ontkalking van de bodem gaat het type over naar de kalkarme variant H2130B. De graslanden komen voor op droge gronden. Het aanwezige substraat is matig voedselarm tot licht voedselrijk.

Voor de instandhouding van een goede kwaliteit is het noodzakelijk dat de begroeiing kort en open is. Zonder afvoer van biomassa en (zo nu en dan) enige overstuiving groeien grove grassoorten hoog uit (vergrassing), ten koste van de kruiden en van andere soorten die afhankelijk zijn van een open structuur. Bovendien vindt opslag van struiken en/of bomen plaats (verstruweling).

Afvoer van biomassa kan plaatsvinden door konijnenbegrazing. Bij een lage konijnenstand en/of een verhoogde toevoer van atmosferische stikstofdepositie is aanvullend beheer noodzakelijk (begrazing met koeien, paarden, schapen of geiten, maaien, branden).

Landelijke staat van instandhouding

Zeer ongunstig

Instandhoudingsdoel

Uitbreiding van oppervlak en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.071 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 2 blijkt dat over vrijwel het gehele oppervlak (99%) van het oppervlak van het habitattype H2130A in Natura 2000-gebied Voornes Duin een overschrijding van de KDW plaatsvindt.



Figuur 10 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit
In het natura 2000-gebied Voornes Duin is 69 hectare van het habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk)

aanwezig. Uit de vegetatieopnamen blijkt dat de karakteristieke plantengemeenschappen in alle opnamen aanwezig zijn. Typische soorten ontbreken echter voor een groot deel in de deelgebieden. Daarnaast geldt voor alle deelgebieden dat de parameter structuur en functie een matige tot slechte kwaliteit heeft. Hierdoor geldt voor 90% van het areaal van het habitattype en matige kwaliteit en voor 10% een slechte kwaliteit.

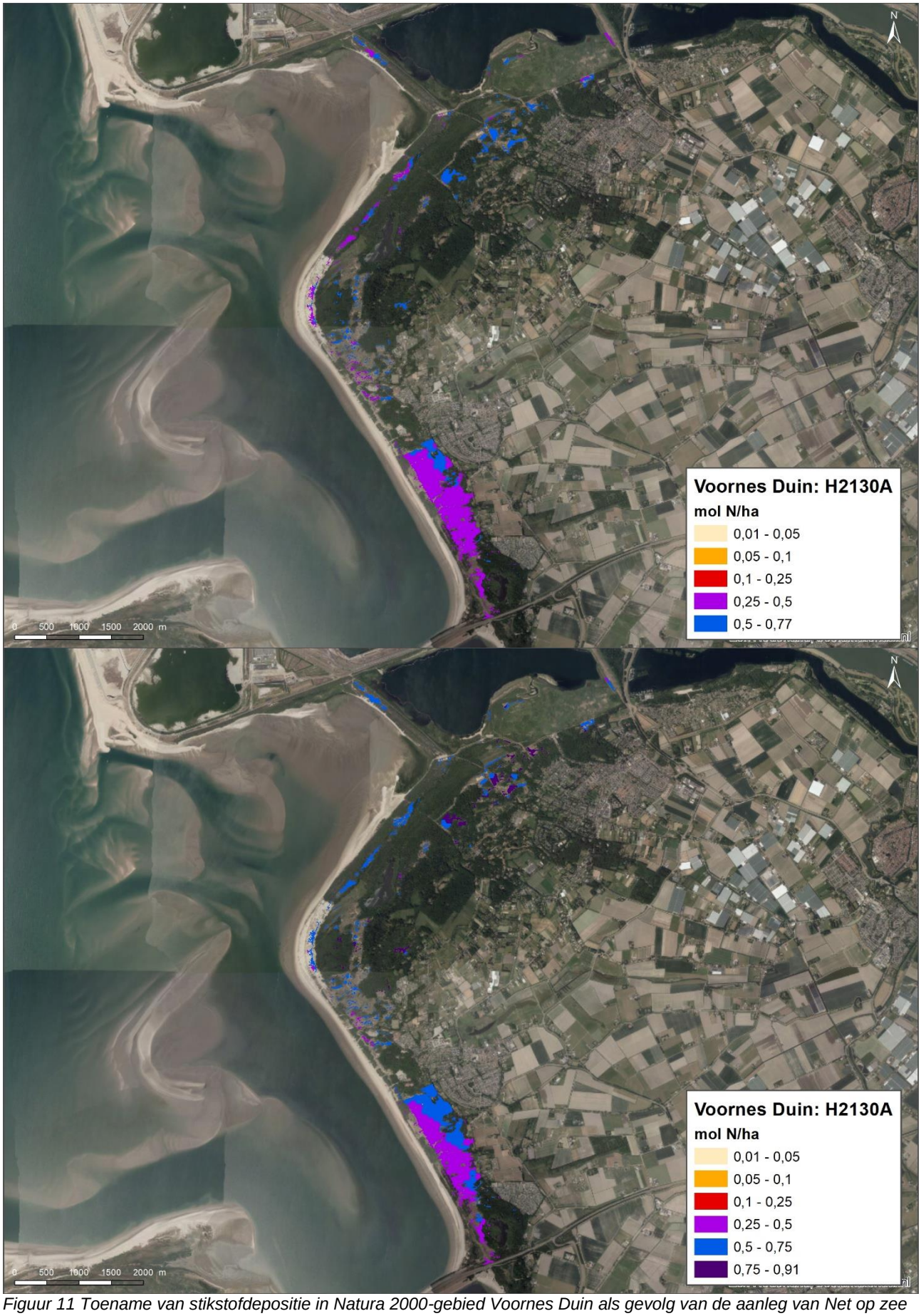
Overige knelpunten
Het belangrijkste knelpunt voor kalkrijke grijze duinen in Voornes Duin is de snelle successie naar struwelen, waardoor het oppervlak in de afgelopen tijd sterk is afgenomen. Een andere oorzaak voor het ontbreken van overstuiving met kalkrijk zand is het ontbreken van stuifkuilen, van waaruit verstuiving kan plaatsvinden. Een derde oorzaak voor de snelle successie is de afwezigheid van (semi-)agrarische begrazing in het verleden en het wegvallen van de begrazing met konijnen. Stikstofdepositie kan de successie, die al versneld is door het ontbreken van dynamiek en konijnenbegrazing, verder versnellen. Gezien de hoge kalkrijkdom van de bodems op Voorne speelt verzuring als gevolg van stikstofdepositie niet direct een rol. Voor Voornes Duin leidt de stikstofdepositie zodoende met name tot vergrassing en niet tot verzuring (Kooijman & Besse, 2002). Vergrassing lijkt echter nauwelijks op te treden in Voornes Duin.

Regulier beheer
Voor dit habitattype geldt dat het in vrijwel alle deelgebieden wordt beheerd doormiddel van begrazing. Daarnaast wordt er gemaaid en wordt opslag van bomen en struiken verwijderd als onderdeel van het reguliere beheer.

Additionele maatregelen
Voor H2130A vindt compensatie plaatsvindt die reeds is opgelegd in het kader van besluitvorming over Maasvlakte 2. Dit betreft de aanleg van een duincompensatiegebied van 15,8 ha (Spanjaardsduin). De tijdige uitvoering van deze compenserende maatregelen is geborgd en wordt gemonitord. Uit de rapportages blijkt dat meer dan de hiervoor genoemde 15,8 ha kan worden gerealiseerd.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 11 is de toename van stikstofdepositie weergegeven op delen van het habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waarvoor in de huidige situatie een overschrijding van de KDW plaatsvindt. Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op overbelaste hexagonen is 0,74 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,88 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 11 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta (boven 1x4 kabelconfiguratie, onder 2x2 kabelconfiguratie) op locaties met habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

De knelpunten naast stikstofdepositie in het gebied komen voort uit het afnemen van de natuurlijke dynamiek door het kunstmatig vastleggen van de duinen, de versnelde successie door het wegvallen van konijnbegrazing en in een aantal deelgebieden het beperkte beheer van het habitattype waardoor vergrassing en verstruweling sneller optreedt. Stikstofdepositie kan bijgedragen hebben aan versnelling van de vergrassing en verstruweling die tot deze slechte matige tot slechte kwaliteit van het habitattype hebben geleid.

In de afgelopen jaren is regulier beheer uitgevoerd dat de effecten van de stikstofdepositie beperkt. Grote delen van het habitattype zijn (en worden nog steeds) begraasd en gemaaid en er zijn kleinschalige maatregelen genomen om de kwaliteit van het habitattype te verbeteren (verwijderen opslag, kleinschalige verstuiving).

De eenmalige toename van de biomassa als gevolg van de 0,74 of 0,88 mol N/ha leidt tot ca 0,1 gram vegetatie per m^2 (versgewicht). Deze verwaarloosbare kleine hoeveelheid extra biomassa wordt bij de begrazing weggenomen en leidt daarom niet tot vergrassing of toename van opslag. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitattype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg. Gelet op de effectiviteit van de maatregelen die zijn uitgevoerd om dynamiek in het gebied te versterken en de uitgevoerde reguliere beheermaatregelen kunnen de effecten van de berekende geringe eenmalige toename van de stikstofdepositie met maximaal 0,74 mol N/ha op dit habitattype als verwaarloosbaar worden beschouwd.

5.1.3.3 H2130C Grijze duinen (heischraal)

Beschrijving habitattype

Dit habitattype bestaat uit duingraslanden op bodems die humeuzer en vochtiger zijn dan die van subtypen A en B. Vaak gaat het om smalle overgangen van die droge graslanden naar natte duinvalleivegetaties (H2190) of vochtige tot natte heischrale graslanden (H6230). Dit subtype ontstaat op plekken waar de zuurgraad langdurig gebufferd wordt. Toevoer van basenrijk grondwater is noodzakelijk om de bodem gebufferd te houden.

De algemene beschrijving van het habitattype H2130 (zie 5.1.3.2) is ook op dit habitattype van toepassing.

Landelijke staat van instandhouding

Zeer ongunstig

Instandhoudingsdoel

Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 714 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 2 en Figuur 12 blijkt dat over het gehele oppervlak van het oppervlak van het habitattype H2130C in Natura 2000-gebied Voornes Duin een overschrijding van de KDW plaatsvindt.



Figuur 12 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) in Natura 2000-gebied Voornes Duin.

Huidige omvang en kwaliteit
In de huidige situatie is 1,4 hectare van het habitattype H2130C aanwezig. Uit alle vegetatieopnamen zijn plantengemeenschappen aanwezig die duiden op een goede kwaliteit. Ook bijna alle typische plantensoorten komen in alle drie de deelgebieden voor. Door de kleine schaal van het habitattype scoort het kenmerk structuur in alle deelgebieden matig. Hierdoor is het eindoordeel voor de deelgebieden ook matig.

Overige knelpunten
Net als in de kalkrijke grijze duinen was er in alle deelgebieden veel opslag van struweel, zijn er te weinig konijnen om de graslanden open te houden en is er weinig verstuiving. Door maai- en graasbeheer is van verstruiking nu geen sprake meer. Daarnaast is de schaal in de deelgebieden onvoldoende. Het kenmerk structuur en functie scoort daarom in alle deelgebieden matig. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de slechte konijnenstand geen specifiek knelpunt van dit type is en bovendien vervangen kan worden door begrazing met vee (in dit type zelfs meer dan in andere typen).

Regulier beheer
Voor dit habitattype geldt dat het in vrijwel alle deelgebieden wordt beheerd doormiddel van begrazing. Daarnaast wordt er gemaaid en wordt opslag van bomen en struiken verwijderd als onderdeel van het reguliere beheer.

Additionele maatregelen
Rond de Spartelvijver in de Grote Heveringen (deelgebied Duinen van Oostvoorne) zijn herstelmaatregelen uitgevoerd ten gunste van dit habitattype. Doordat bos en struweel is verwijderd, kunnen zich op deze locatie de komende beheerplanperiode op kleine schaal (0,5 ha) heischrale grijze duinen ontwikkelen. Gezien de ontwikkeltijd van heischrale grijze duinen (vele jaren tot decennia) zal dit echter nog niet tot een concrete uitbreiding in de eerste beheerplanperiode leiden.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op overbelaste hexagonen is 0,67 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,78 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 13 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta (boven 1x4 kabelconfiguratie, onder 2x2 kabelconfiguratie) op locaties met habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

De matige kwaliteit van het habitattype is het gevolg van de beperkte schaal. Er zijn voor het habitattypen geen indicaties dat er onvoldoende invloed is van gebufferd grondwater in de wortelzone. Gezien de aanwezige typerende vegetaties lijkt dit ook niet te verwachten. De effecten van stikstofdepositie zijn daarmee voornamelijk te vinden in verruiging en vergrassing.

Het project leidt tot een toename van maximaal 0,67 of 0,78 mol/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en leidt niet tot een wezenlijke verandering in biomassa (ca. 0,1 g/m^2) zeker niet in combinatie met het gegeven dat het habitattype in een overbelaste situatie na ingrepen kan uitbreiden.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitattype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.4 H2180Ao Duinbossen (droog), overig

Beschrijving habitattype

Dit habitattype betreft natuurlijke of half-natuurlijke loofbossen in de kustduinen, met sterk uiteenlopende kenmerken. Vaak is zomereik (Quercus robur) de dominante boomsoort, maar met name in duinvalleien en in de meest landinwaarts gelegen gedeelten spelen (ook) andere boomsoorten een belangrijke rol. De kruidlaag kan zeer soortenrijk zijn. Een nogal afwijkende samenstelling daarvan (met verwilderde bol- en knolgewassen) is te vinden in de zogenoemde stinzenbossen, die veelal hun bestaan danken aan de vestiging van landgoederen. De meeste van de samenstellende vegetaties komen ook (of zelfs vooral) buiten de duinen voor. Het aantal werkelijk kenmerkende soorten is dan ook gering.

Doordat het grootste deel van het duingebied relatief jong is en tot het begin van de twintigste eeuw intensief werd begraasd, zijn er maar weinig oude bossen die een beeld geven van het type vegetatie dat bij ongestoorde ontwikkeling te verwachten is. De oudste bossen zijn te vinden op de strandwallen en aan de binnenduinrand. Deze bossen zijn echter sterk beïnvloed door gebruik als hakhout of zijn aangeplant als parkbos. In de middenduinen en de buitenduinen is spontane bosvorming vrijwel beperkt tot de duinvalleien, waar zich in eerste instantie vooral berkenbossen vormen. Op de hogere delen van de midden- en buitenduinen is de natuurlijke vegetatiesuccessie meestal nog niet verder gekomen dan hoge struwelen, en zijn de meeste bossen recent aangeplant (met bijvoorbeeld grauwe abeel). Het is daarom lastig een goede karakterisering van (natuurlijke) duinbossen te geven.

Bossen bestaande uit naaldbomen en/of exoten, worden niet tot het habitattype gerekend. Deze bossen hebben in sommige gevallen wel potentie voor omvorming naar het habitattype. Vanwege de zeer grote verschillen in standplaats en daarmee samenhangende soortensamenstelling, worden drie subtypen onderscheiden.

Tot het droge subtype A behoren de bossen op de meest voedselarme en droge standplaatsen. Het gaat met name om berken-eikenbossen en bossen met beuk. Ze komen vooral voor in de oude duinen, op de hogere delen van de strandwallen en op de meest diep ontkalkte delen in de binnenduinrand van de jonge duinen. Het zijn de oudste bossen in het duingebied, deels met een verleden als hakhoutbos. Ze zijn meestal relatief zuur en hebben dan een slechte strooiselvertering. De meest soortenrijke vegetaties zijn te vinden op de strandwallen, met hun iets lemiger zandgronden. In het jongere midden- en buitenduin is de vegetatie-ontwikkeling meestal niet zo ver voortgeschreden dat zich al droge duinbossen hebben ontwikkeld. Daarbij komt dat de mogelijkheden voor bosontwikkeling hier sterk geremd worden door de invloed van zeewind en inwaai van zand en zout. De meeste droge duinbossen zijn hier aangeplant en worden niet zelden aan de loefzijde geleidelijk weer door de wind opgerold. Een uitzondering is de droge vorm van het Meidoorn-Berkenbos in beschutte valleien. Dit bostype is veel basenrijker dan de eiken- en de beukenbossen.

In droge duinbossen bevat de bodem nauwelijks leem en is ook het gehalte aan organische stof laag. De kalk spoelt daardoor gemakkelijk uit. Veel droge duinbossen liggen op bodems die momenteel oppervlakkig

al volledig zijn ontkalkt. Het gaat daarbij voornamelijk om locaties op de strandwallen. Het verzuringsfront zakt gestaag verder naar beneden. De duinbossen in het noordelijk deel van het kustgebied liggen van oudsher al op kalkarm substraat. Droge duinbossen komen voor bij een pH beneden 6,5. De grote ecologische variatie binnen droge duinbossen hangt voor een belangrijk deel samen met de grote range van de zuurgraad. Het gaat hierbij in de eerste plaats om verschillen in initieel kalkgehalte, maar ook de verschillende mate van ontkalking speelt hierbij een grote rol. De omstandigheden zijn verder matig droog tot droog. Het habitattype komt voor op licht voedselrijke tot zeer voedselarme bodems. Binnen deze range zijn er kwalificerende vegetatietypen die enkel voorkomen in de meest arme voedselrijkdomklasse, maar er is ook een type dat alleen in de licht voedselrijke klasse voorkomt.

In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding

Gunstig

Instandhoudingsdoel

Behoud van oppervlakte en uitbreiding van kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Figuur 14 en Tabel 2 blijkt dat op 13% van het areaal waar habitattype H2180Ao Duinbossen (droog), overig voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 14 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2180A Duinbossen (droog) in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit
In de huidige situatie is 80,7 ha van het habitattype H2180Ao aanwezig in het Voornes Duin. In de gebiedsanalyse werd uitgegaan van 70,7 ha. Van deze 70,7 ha gold in 2015 voor 0,1 ha (Duinen van Oostvoorne) dat de kwaliteit onbekend was, voor 30,6 ha (Breede Water met omliggend duingebied) gold een matig tot goede kwaliteit, voor 5,0 ha (Gemeenteduin) een slechte kwaliteit en voor 35 ha (Quackjeswater met omliggend duingebied) een goede kwaliteit. De trend van de droge duinbossen is niet bekend maar vanwege het ouder worden van de bossen wordt een toename in typische (vogel)soorten verwacht.

Overige knelpunten
De belangrijkste beperkingen voor de kwaliteit van de droge duinbossen zijn de beperkte ouderdom en de aanwezigheid van exoten en naaldhout. Beide staan waarschijnlijk los van de stikstofdepositie. In de Duinbossen (droog) zijn er, ondanks de overschrijding van de KDW, geen aanwijzingen dat stikstofdepositie een knelpunt vormt.

Regulier beheer
Het reguliere beheer bestaat uit selectieve kap (lokaal), creëren goed gestructureerde open plekken en bosranden, dood hout laten liggen en het tegengaan van overbetreding.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op overbelaste hexagonen is 0,74 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,87 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 15 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta (boven 1x4 kabelconfiguratie, onder 2x2 kabelconfiguratie) op locaties met habitattype H2180A Duinbossen (droog) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

Ondanks de overschrijding van de KDW voor het overgrote deel van het habitattype geldt dat het habitattype voor een groot deel van goed kwaliteit is. Op plekken waar dit niet het geval is, is de slechte of matige kwaliteit het gevolg van beperkte ouderdom en de aanwezigheid van exoten en naaldhout. Er zijn geen aanwijzingen dat stikstofdepositie een knelpunt vormt voor het habitattype.

Het project leidt tot een toename van maximaal 0,74 of 0,87 mol N/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitattype.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitattype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.5 H2180C Duinbossen (binnenduinrand)

Beschrijving habitattype

De tot dit subtype behorende bossen zijn over het algemeen sterk door de mens beïnvloede (park)bossen die overwegend voorkomen op wat jongere, kalkhoudende bodems. Ze zijn vaak onderdeel van landgoederen die in de 18e eeuw aan de binnenduinrand werden aangelegd op afgegraven duingronden. Door vergraving zijn hier diepere, nog niet ontkalkte zanden weer aan de oppervlakte gekomen. Op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zijn binnenduinrandbossen vaak aangelegd op overstoven kleigronden. Daarbij heeft het historisch beheer van deze bossen, waarbij o.a. werd bemest, bekalkt en gewoeld, de bodems sterk beïnvloed en de buffercapaciteit vergroot. De grondwaterstanden zijn hier te diep voor de vestiging van ‘natte’ soorten, maar vaak wel zo ondiep dat capillaire opstijging vanuit het grondwater zorgt voor een iets betere vochtvoorziening en zuurbuffering. De standplaatscondities (goed gedraineerde, iets vochthoudende, basenrijke, rulle en humeuze bodems in combinatie met een open bosstructuur die zorgt voor voldoende licht) zijn zeer geschikt voor de groei van allerlei van oorsprong uitheemse bolgewassen die hier in het verleden op grote schaal zijn aangeplant en nu deel uitmaken van de zogenaamde ‘stinzenflora’. In tegenstelling tot wat de naam van het subtype kan suggereren, worden niet alle bossen van de binnenduinen tot dit subtype gerekend: het betreft alleen de bossen op matig voedselrijke, vochtige bodems. Op andere standplaatsen komen ook subtype A (droger, voedselarmer) en in veel mindere mate B (natter, voedselrijker) voor.

Binnenduinrandbossen komen voor een deel voor op bodems die hun kalkhoudendheid overwegend hebben te danken aan menselijke ingrepen in het verleden. Ze zijn aangelegd op bodems waarvan de ontkalkte lagen zijn afgegraven, waar kalkrijk zand is opgebracht of waar actief is bemest en bekalkt. Aangezien de aanwezige kalk geleidelijk uitspoelt en meestal geen nieuwe kalk wordt aangevoerd, kan de bodem in dit type verzuren onder natuurlijke omstandigheden en wordt deze ontwikkeling versneld door zuurvormende depositie. Voor binnenduinrandbossen zijn matig zure tot neutrale omstandigheden optimaal met een pH tussen 5,0 en 7,5, terwijl in de bovengrond ook zure omstandigheden mogen heersen met een pH tussen 4,5 en 5,0. Voor het habitattype zijn zeer vochtige tot matig droge standplaatsen optimaal. Het habitattype kan zich alleen optimaal ontwikkelen bij matig voedselrijke omstandigheden, terwijl zeer voedselrijke omstandigheden suboptimaal zijn.

In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten overheersen over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%, en de bedekking van voorjaarsflora is groter dan 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

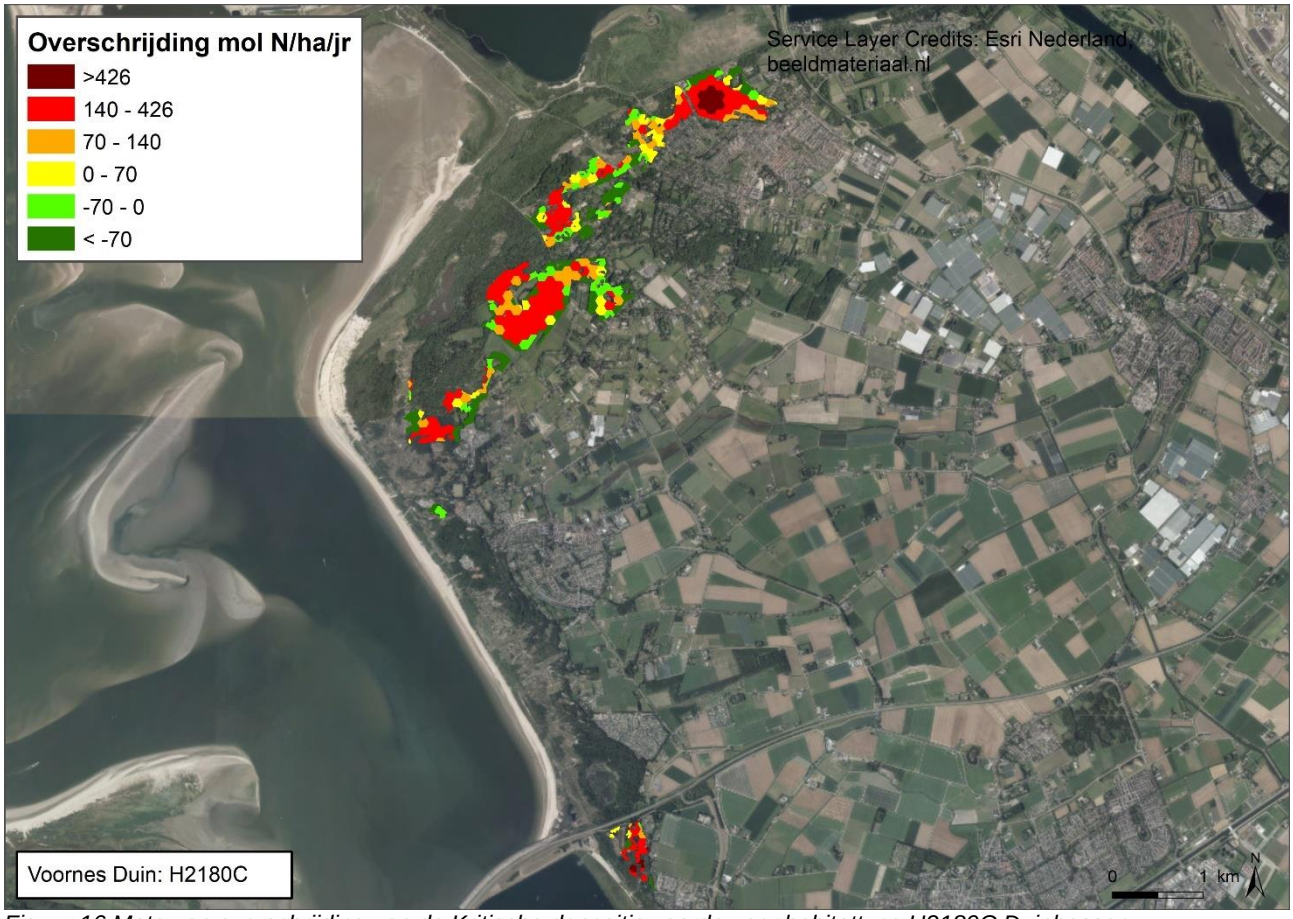
Instandhoudingsdoel

Behoud van oppervlak en kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.786 mol N/ha/jaar.

Uit Figuur 16 en Tabel 2 blijkt dat op 69% van het areaal waar habitattype H2180A Duinbossen (droog) voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 16 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2180C Duinbossen (binnenduinrand) in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit
In de huidige situatie is van het habitattype 189 ha aanwezig in het Natura 2000-gebied Voornes Duin. In de gebiedsanalyse wordt uitgegaan van 178,5 ha. Vrijwel het volledige areaal >99% is van matige kwaliteit. Zowel de vegetatietypen als de typische soorten zijn voor het grootste deel van goede kwaliteit, structuur en functie zorgen in alle deelgebieden voor de matige kwaliteit.

Overige knelpunten
De belangrijkste beperkingen voor de kwaliteit van de Duinbossen (binnenduinrand) zijn de beperkte ouderdom, het beperkt aantal open plekken en de geringe lengte bosrand. Lokaal speelt de aanwezigheid van gebiedsvreemde soorten exoten en naaldhout. Beide staan waarschijnlijk los van de stikstofdepositie. Geconcludeerd wordt dan ook dat er waarschijnlijk geen stikstof gerelateerde knelpunten zijn.

Regulier beheer
De kwaliteitsverbetering van droge Duinbossen wordt verwezenlijkt via natuurlijke veroudering van de bossen.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op overbelaste hexagonen is 0,74 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,87 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 17 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta (boven 1x4 kabelconfiguratie, onder 2x2 kabelconfiguratie) op locaties met habitattype H2180C Duinbossen (binnenduinrand) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

Voor het habitattype geldt dat het vrijwel volledig van matige kwaliteit is. Dit is het gevolg van beperkte ouderdom en de aanwezigheid van exoten en naaldhout. Er zijn geen aanwijzingen dat stikstofdepositie een knelpunt vormt voor het habitattype.

Het project leidt tot een toename van maximaal 0,74 of 0,87 mol N/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitattype.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitattype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.6 H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen

Beschrijving habitattype

Het habitattype Vochtige duinvalleien is veelomvattend, het betreft open water, vochtige graslanden, lage moerasvegetaties en rietlanden, alle voor zover voorkomend in (min of meer natuurlijke) laagten in de duinen. Mede door de grote ecologische variatie is het aantal kenmerkende soorten zeer groot.

Het gaat om relatief jonge successiestadia. Begroeiingen van oudere (al dan niet verdroogde) successiestadia in duinvalleien behoren tot andere habitattypen.

Vochtige duinvalleien kunnen van nature op twee manieren ontstaan. Primaire duinvalleien ontstaan doordat strandvlakten door duinen worden afgesneden van de zee. Secundaire duinvalleien ontstaan doordat stuifkuilen uitstuiven tot op het grondwaterniveau. Daarnaast kunnen vochtige duinvalleien worden ontwikkeld door inrichtingsmaatregelen.

Onder invloed van neerslagwater vormt zich in het duinlichaam een zoetwaterlens van vele tientallen tot meer dan honderd meter dik die op het brakke grondwater drijft. Zo wordt in de duinen een zoetwaterbel gevormd, die zorgt voor zoete tot zeer licht brakke situaties in de wat oudere duinvalleien. Vooral in brede duingebieden reageert de grondwaterstand vertraagd op fluctuaties in neerslag en verdamping. Dat betekent dat boven op de seizoensdynamiek, met hogere grondwaterstanden in de winter en lagere grondwaterstand in zomer, ook sprake is van een langjarige dynamiek, met duinvalleien die in een periode met natte jaren vrijwel permanent onder water staan en in perioden met weinig neerslag vrijwel permanent droog staan. Er kunnen zo jaren achtereen optreden waarin (grond)waterstanden ver boven, of juist onder het gemiddelde niveau liggen.

Binnen vochtige duinvalleien bestaat een grote variatie aan standplaatscondities, afhankelijk van ontstaansgeschiedenis, leeftijd, waterregime en kalkgehalte van de bodem of het kwelwater. Om die reden zijn de vochtige duinvalleien in een aantal subtypen opgesplitst. Waterdiepte, vegetatiestructuur en kalkgehalte zijn bepalend voor de verschillen tussen de subtypen.

Habitattype H2190A Vochtige duinvalleien (open water) komt voor in de laagste delen van het duingebied, waar in gemiddelde jaren het water tot ver in het groeiseizoen boven maaiveld staat en die hooguit kort droogvallen in het groeiseizoen. Binnen de duinwateren bestaat grote variatie in ecologische omstandigheden, variërend van brak tot zoet, van voedselarm tot voedselrijk, en van basisch tot zuur.

In de meeste duingebieden, en zeker in de grotere duinwateren, is het oppervlaktewater door een kalkhoudende ondergrond en aanvoer van basenrijk grondwater tamelijk hard. In duingebieden die zeer arm aan kalk zijn, komen duinplassen voor die verwant zijn aan die van het habitattype Zwakgebufferde vennen (H3130).

In de kalkrijke duingebieden zijn de grotere duinwateren van nature vrij voedselrijk als gevolg van de aanvoer van nutriënten met doorstromend grondwater en de aanvoer van organisch materiaal met oppervlakkig afstromend regenwater en door inwaai van blad. Door de geringe zuurgraad van het water

wordt het aangevoerde organische materiaal redelijk snel afgebroken. Ook zijn duinmeertjes een favoriete broedplek voor kolonievogels en rustplek voor watervogels. Dit kan zorgen voor een extra aanvoer van nutriënten met mest.

In feite is er een tweedeling in de open wateren in de duinen die onder het habitattype vallen, in oligo- en mesotrofe wateren (subtype H2190Aom) enerzijds en eutrofe wateren anderzijds. De duinplassen hebben een bereik vanaf pH (H2O) 4,5 van matig zuur tot basisch. Duinplassen bevatten meestal tamelijk hard tot hard water, alleen in de sterkst ontkalkte delen van de duinen in het Waddendistrict komen enkele zwak gebufferde tot zure duinplassen voor. Net als bij vennen is de hardheid van het water een belangrijke sturende factor. Duinplassen komen voor in diep water tot op inunderende standplaatsen. Jonge duinvalleien in recent afgesnoerde strandvlakten kunnen nog incidenteel met zeewater overstromen. Dit is optimaal voor pioniervegetaties die afhankelijk zijn van brak water. De trofiegraad varieert van zeer voedselarm tot zeer voedselrijk.

De opslag van struiken en bomen en/of hoge grassen is beperkt tot maximaal 10%.

Voor het behoud van het scala aan duinvalleien op lange termijn is het noodzakelijk dat steeds nieuwe jonge valleien bijkomen. Het gaat daarbij om valleien met kale grond of vegetatieloos water. Bij aangroeiende kusten ontstaan van nature zogenoemde primaire duinvalleien door afsnoering van strandvlakten. In het duingebied zelf kunnen zogenoemde secundaire duinvalleien ontstaan door uitstuiving van zand tot op de grondwaterspiegel (of door herstel van verouderde, verdroogde of voor infiltratie gebruikte valleien).

Landelijke staat van instandhouding

Matig gunstig

Instandhoudingsdoel

Behoud van oppervlak en kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.000 mol N/ha/jaar.

Uit Figuur 18 en Tabel 2 blijkt dat op 100% van het areaal waar habitattype H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water, oligo- tot mesotrofe vormen) voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 18 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2190Aom in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit
In de huidige situatie is 7 ha van het habitattype aanwezig. Er is voor de kleine oppervlaktes van de oligo- tot mesotrofe vormen (daar waar een overbelasting optreedt) niet veel bekend over de kwaliteit. De kwaliteit lijkt goed te zijn.

Overige knelpunten
Door successie treedt verlanding op. Door de beperkte dynamiek in het duingebied ontstaan er geen nieuwe vochtige duinvalleien met pioniersstadia. In bestaande, oudere duinvalleien treedt (versnelde) successie op. De versnelde successie kent verschillende oorzaken, die moeilijk te scheiden zijn. Verhoogde atmosferische stikstofdepositie en ook een verminderde aanvoer van kalkrijk en ijzerrijk grondwater versnellen de opbouw van organische stof in de valleien. Daarnaast treedt vermesting op door vogels die op het water verblijven.

Regulier beheer
De vochtige duinvalleien (open water) kennen een (intensief) beheer wat leidt tot een goede kwaliteit van dit habitattype, ondanks de te hoge stikstofdeposities. Door schonen kan de successie worden teruggezet. Knelpunten als gevolg van de hoge stikstofdepositie wordt dus met het huidige beheer al opgelost.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op overbelaste hexagonen is 0,74 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,87 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 19 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta (boven 1x4 kabelconfiguratie, onder 2x2 kabelconfiguratie) op locaties met habitattype H2190Aom waar een overschrijding van de KDW optreedt.

Het project leidt tot een eenmalige toename van maximaal 0,74 mol/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitattype. Het reguliere beheer volstaat om het knelpunt van stikstofdepositie voor dit habitattype op te lossen.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitattype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.7 H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)

Beschrijving habitattype

Dit subtype komt voor in geheel of vrijwel geheel verzoete primaire duinvalleien en in secundaire duinvalleien die zijn ontstaan door uitstuiving. Kenmerkend zijn vooral de natte omstandigheden, waarbij de standplaatsen in de winter onder water staan en in voorjaar droogvallen. Vanwege de afwijkende dynamiek van het duinwatersysteem kunnen echter ook jaren optreden waarin valleien vrijwel permanent onder water staan, en jaren waarin de valleien ook in de winter droog staan.

Dit kan leiden tot schijnbaar dramatische verschuivingen in de vegetatiesamenstelling, maar in een natuurlijk duinsysteem met voldoende natte valleien en veel variatie in maaiveldhoogte is de veerkracht van de populaties voldoende om dit soort extremen te overleven. Ten opzichte van vochtige kalkarme duinvalleien (subtype C) onderscheiden de kalkrijke duinvalleien zich door een grotere basenrijkdom en een hogere pH. In de kalkrijke duinen is het vooral het kalkgehalte van de bodem, dat zorgt voor de neutrale tot basische condities. In de kalkarme duinen is aanvoer van basenrijk grondwater nodig voor instandhouding van kalkrijke duinvalleivegetaties. In jonge primaire duinvalleien en in verzoetende strandvlaktes kan ook incidentele overstroming met brak water of nog in de bodem aanwezig brak grondwater zorgen voor zuurbuffering.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

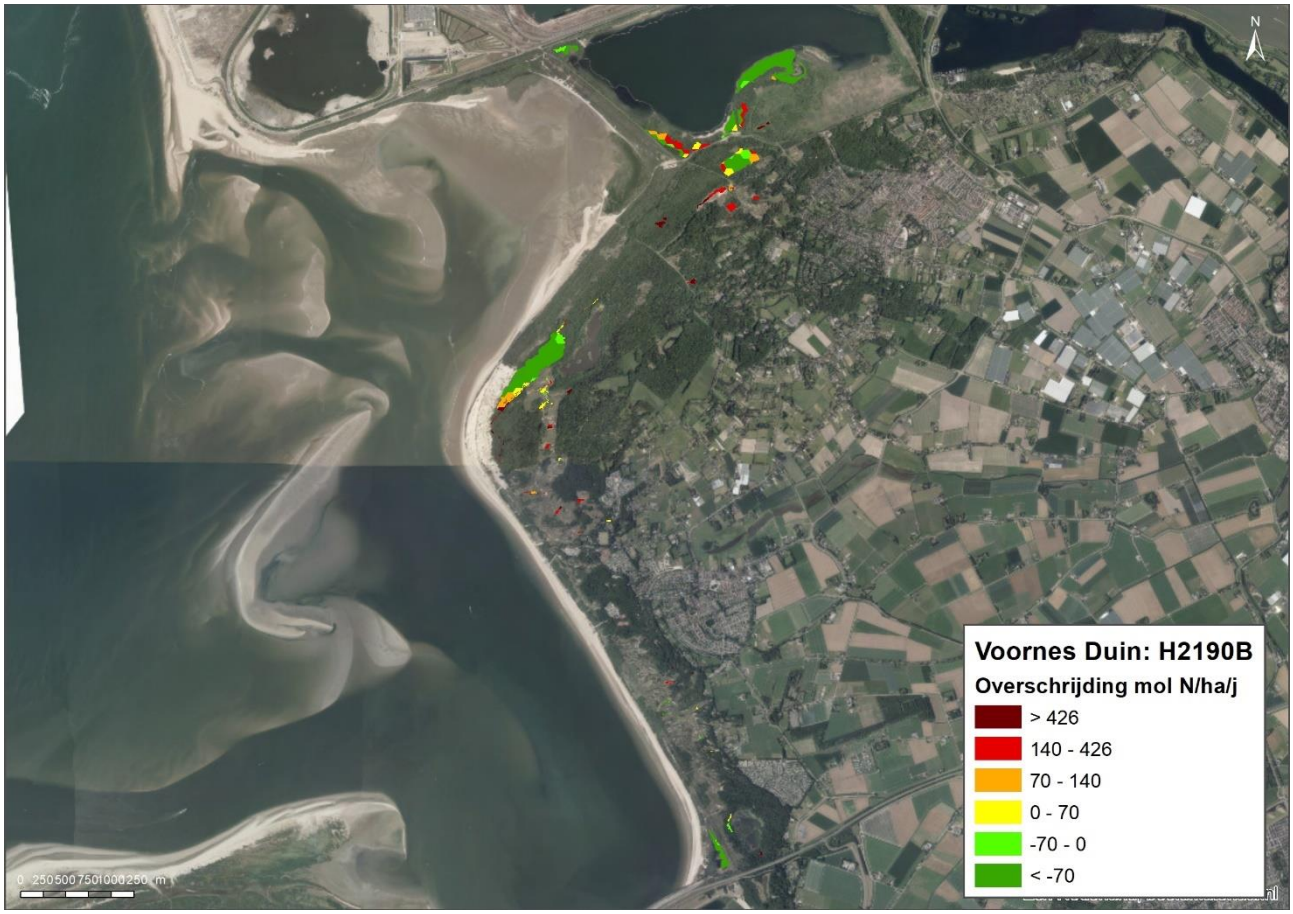
Instandhoudingsdoel

Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Figuur 20 en Tabel 2 blijkt dat op 29% van het areaal waar habitattype H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 20 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2190B, vochtige duinvalleien (kalkrijk) in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit
Volgens de actuele habitattype kaart is 55,3 ha van het habitattype aanwezig in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In de gebiedsanalyse wordt uitgegaan van 55,9ha. 95% van het oppervlak van het habitattype H2190B vochtige duinvalleien (kalkrijk) is van goede kwaliteit. Er is een positieve trend in kwaliteit zichtbaar sinds de herstelwerkzaamheden van het habitattype.

Overige knelpunten
Het belangrijkste knelpunt voor kalkrijke vochtige duinvalleien is de successie.

Regulier beheer
Het reguliere beheer bestaat uit het kappen van bomen en struweel. Waar nodig wordt ook de bodem geplagd.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta op overbelaste hexagonen is 0,75 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,88 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 21 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta (boven 1x4 kabelconfiguratie, onder 2x2 kabelconfiguratie) op locaties met habitattype H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

De kalkrijke vochtige duinvalleien kennen vrijwel allemaal een (intensief) beheer, wat leidt tot een goede kwaliteit van dit habitattype, ondanks de (erfenis van) te hoge stikstofdepositie. Het project leidt tot een eenmalige toename van maximaal 0,75 of 0,88 mol N/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitattype. Het reguliere beheer volstaat om het knelpunt van stikstofdepositie voor dit habitattype op te lossen.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitattype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.4 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin

Tabel 3 vat de in de voorgaande paragrafen beschreven effecten samen. Per habitattype is aangegeven wat de maximale toename van de stikstofdepositie is als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta.

Uit de effectbeoordeling volgt dat de geringe toename van de stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta voor geen van de stikstofgevoelige habitattypen waarvoor op dit moment een (gedeeltelijke) overschrijding van de KDW plaatsvindt, leidt tot een significante verslechtering van de kwaliteit. Voor de betrokken habitattypen zijn het reguliere beheer en de reeds uitgevoerde instandhoudingsmaatregelen voldoende om de geringe toename van de stikstofdepositie te neutraliseren. De aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta leidt daarom niet tot een aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Voornes Duin.

Tabel 3 samenvatting effectbeschrijving stikstofdepositie Natura 2000-gebied Voornes Duin

Habitattype	Maximale bijdrage depositie (mol N/ha) voor de aanleg van de 1x4 en 2x2 kabelconfiguratie	Effectbeoordeling
H2120 Witte duinen	0,66 / 0,78	Geen significante verslechtering
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,74 / 0,88	Geen significante verslechtering
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,67 / 0,78	Geen significante verslechtering
H2180Ao Duinbossen (droog) berken-eikenbos	0,74 / 0,87	Geen significante verslechtering
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,74 / 0,87	Geen significante verslechtering
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water)	0,74 / 0,87	Geen significante verslechtering
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,75 / 0,88	Geen significante verslechtering

5.2 Conclusie specifieke habitattypebeoordeling

In de vorige paragrafen is het Natura 2000-gebied beschreven dat de hoogste belasting ondervindt als gevolg van de stikstofemissies van de realisatie van Net op zee IJmuiden Ver Beta. Beoordeeld is of de stikstofdepositie als gevolg van het project ertoe kan leiden dat het instandhoudingsdoel voor habitattypen in gevaar komt of dat het behalen ervan in geval de kwaliteit en/of omvang niet voldoet aan het instandhoudingsdoel, wordt belemmerd.

Samengevat kan voor de gebiedsspecifieke beoordeling habitattype gezegd worden dat de depositie als gevolg van het project zodanig klein is dat deze ecologisch geen effect sorteert en een significant negatief effect is uitgesloten. De hoogte van de extra belasting valt onder andere ruim binnen de natuurlijke variatie van de stikstofkringlopen van de vegetaties. Ook geldt dat de projectbelasting optreedt in de situatie die al langdurig overbelast is en dat de projectbijdrage ten opzichte van deze overbelaste situatie of de kritische depositiewaarden, dermate klein is dat deze met zekerheid niet tot een significant negatief effect leidt (valt weg in de al optredende depositie en ophoping in het systeem). De hoeveelheid toegevoegde stikstof wordt ruim met de al bestaande beheermaatregelen afgevoerd, deze toevoeging vraagt met zekerheid geen extra beheerinspanning. Tenslotte zijn er vaak andere factoren die sterk sturend zijn op de kwaliteit of aanwezigheid van een habitattype, zoals beheer(intensiteit), aanwezigheid invasieve exoten, (grond)waterbeschikbaarheid of extern fysische invloeden (zoals inundatie of fixatie).

6 EFFECTBEOORDELING STIKSTOFDEPOSITIE

6.1 Inleiding

De aanlegwerkzaamheden voor het project leiden tot een tijdelijke depositie. De hoogste depositie op een stikstofgevoelig habitattype bedraagt voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie in totaal 0,77 mol N/ha gedurende de aanlegfase, wat overeenkomt met bijna 10 gram stikstof per hectare. Per vierkante meter betreft het 0,001 gram stikstof. Voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie bedraagt het in totaal 0,91 mol N/ha. In het vorige hoofdstuk is een uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar de depositietoename het hoogst is. In dit hoofdstuk wordt een algemene effectbeoordeling gegeven, niet gericht op een specifiek Natura 2000-gebied en habitattype.

De ecologische effecten van de depositie worden beoordeeld aan de hand van een aantal aspecten. Afhankelijk van het habitattype en de aard en omvang van de depositie zijn één of meerdere aspecten relevant voor de beoordeling van een eventueel effect. In deze paragraaf wordt per aspect de achtergrond en onderbouwing van de beoordeling beschreven. De volgende aspecten worden gehanteerd voor de ecologische beoordeling:

1. Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten (zie paragraaf 6.2);
2. Hoeveelheid stikstof uit depositie die ter beschikking komt aan de vegetatie (zie paragraaf 6.3);
3. Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling (zie paragraaf 6.4);
4. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie (zie paragraaf 6.5);
5. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen (zie paragraaf 6.6);
6. Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen (zie paragraaf 6.7);
7. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie (zie paragraaf 6.8);
8. Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang (zie paragraaf 6.9).

De beoordeling gaat uit van de meest recente wetenschappelijke inzichten en biedt daarmee wetenschappelijk zekerheid inzake de eventuele schadelijke gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen en daarmee natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden.

6.2 Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten

Beschrijving

Hoge concentraties van gasvormige stikstofverbindingen en hoge concentraties van ammonium (NH_4^+) in de bodem, kunnen directe toxische effecten veroorzaken op planten. Dit betekent dat deze hoge concentraties een directe schadelijke werking uitoefenen op de (cel)fysiologie van planten. Bij indirecte effecten, wat aan de orde is bij stikstofdeposities via de atmosfeer zoals als gevolg van de aanleg van het kabeltracé, treden de schadelijke effecten op door geleidelijke veranderingen in het bodemmilieu (waarbij overigens ook giftige stoffen zoals aluminium kunnen ontstaan) en/of door veranderingen in beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten. Het gaat dan niet om een directe toediening op een plant.

De huidige concentraties van NH_3, NO_x en SO_2 zijn in Nederland zo laag dat directe toxische schade aan planten (bijna) niet meer voorkomt. Een negatief effect in de vorm van directe schade is daarom in Nederland niet aan de orde als het gaat om atmosferische depositie van stikstof. Dit volgt ook uit het gegeven van de continue hoge achtergronddepositie. De kritische depositiewaarde voor een habitattype moet ook gezien worden als waarde waarboven een negatief effect niet is uit te sluiten.

Mouissie (2019) concludeert op basis van de onzekerheden in de berekening van de KDW en experimentele studies over dosis-effect relaties dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen optreden bij een toename van meer 70 mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de KDW het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt (verder) soortenverlies op bij hogere toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn

dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de KDW ligt (Bobbink & Hettelingh, 2011; Caporn et al., 2016).

Beoordeling

Ten opzichte van de laagste kritische depositiewaarde van stikstofgevoelige habitattypen in Nederland (H3110 Zeer zwak gebufferde vennen met een KDW van 429 mol/ha/jaar) is de hoogste projectdepositie (0,91 mol/ha) een toename van 0,21%. H3110 is het meest stikstofgevoelige habitattype dat een tijdelijke depositie ondervindt van het project. Van de hexagonen van dit habitattype die een tijdelijke depositie ondervinden (van maximaal 0,2 mol N/ha), is de jaarlijkse achtergronddepositie minimaal 899 mol/ha/jaar. Deze waarden (zowel de achtergronddepositie als de projectbijdrage) zijn van een dusdanige orde, dat directe aantasting van planten niet aan de orde is. Het verdwijnen van de vegetaties met een lage stikstoftolerantie wordt veroorzaakt door concurrentie en niet door directe schade aan de planten.

Geconcludeerd wordt dat de tijdelijke toevoeging van een beperkte hoeveelheid stikstof, in het geval van het project maximaal 0,91 mol N/ha gedurende de gehele aanlegfase (een periode van drie tot vier jaar), met zekerheid niet tot waarneembare effecten en daarom ook niet tot directe schade aan planten of vegetaties leidt.

6.3 Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie

Beschrijving

Nitraat (NO_3^-) en ammonium (NH_4^+) zijn stikstofverbindingen die oplossen in water en zo via de bodem door plantenwortels kunnen worden opgenomen. Nitraat wordt vrijwel niet geabsorbeerd door bodemdeeltjes en is direct beschikbaar voor planten. Ammonium in de oplossing is in evenwicht met het ammonium dat aan bodemdeeltjes geadsorbeerd is. Vooral in bodem met een hoog aandeel kleideeltjes kan het aandeel gebonden ammonium hoog zijn. De gebonden ammonium is voor een deel beschikbaar voor planten (Mengel, 1991). Als de hoeveelheid opgelost stikstof in de bodem hoog is en deze niet door planten wordt opgenomen, dan kan een deel van de stikstof uitspoelen.

In terrestrische systemen spoelt stikstof bijna altijd uit in de vorm van nitraat, aangezien ammonium in de bodem weinig mobiel is en maar zeer beperkt naar het grondwater verdwijnt. Alleen in natte systemen, waaronder veengronden, kan ammoniumuitspoeling naar het grondwater ook kwantitatief van belang zijn (Kros et al., 2008). De uitspoeling van nitraat naar het grondwater is in de loof- en naaldbossen van Europa sterk gerelateerd aan de totale stikstofdepositie die op en in het bos terechtkomt (de Vries, 2008; Dise, Rothwell, Gauci, van der Salm, & de Vries, 2009; Dise & Wright, 1995). Bij stikstofdeposities onder de 8-10 kg N/ha/jaar (571-714 mol N/ha/jaar) spoelt in bossen vrijwel geen nitraat uit naar het grondwater. Daarboven neemt de uitspoeling met een toenemende stikstofdepositie significant toe.

Uitspoeling is afhankelijk van het soort bodem, waarbij in zandgronden de meeste stikstof uitspoelt en in veengrond de minste. In volgorde van meeste naar minste uitspoeling is het zand, klei en veen, waarbij met name in zandgronden ook de grondwatertrap een belangrijke rol speelt (RIVM, 2007). Daarbij geldt dat hoe droger de bodem, hoe groter de concentratie uitspoeling is (Schoumans, Groenendijk, Renaud, & van der Bolt, 2008). De hoeveelheden stikstof die uitspoelen na het groeiseizoen op landbouwgrond is ter indicatie opgenomen in Tabel 4.

Tabel 4 Fractie van het stikstofoverschot op de bodembalans dat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater (uitspoelingsfractie) per bodemgebruik en grondsoort. De romeinse cijfers geven de grondwatertrappen: I = zeer nat en VIII = zeer droog). (Naar tabel 3.1 en 3.2 uit RIVM, 2007. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven)

Bodemgebruik	Zand									Klei	Veen
	I/II/II*	III	III*	IV	V	V*	VI	VII	VIII		
Bouwland	0,04	0,07	0,28	0,38	0,45	0,43	0,58	0,74	0,89	0,36	-
Grasland	0,02	0,04	0,14	0,20	0,23	0,22	0,30	0,38	0,46	0,12	0,04

Tabel 4 geeft de situatie weer in bemeste landbouwgebieden. In natuurgebieden is de uitspoeling naar het grond- of oppervlaktewater niet het gevolg van bemesting, maar het gevolg van atmosferische depositie, aanvoer via inundatie en mineralisatie van organische stof. De jaarlijkse nutriëntenvrachten van het uit- en afspoelende water uit natuurgebieden in zandgebieden varieert in de periode 2016-2030 tussen 4 en 16 kg N/ha/jaar bij een gemiddelde depositie van 33 kg N/ha/jaar (Schoumans et al., 2008).

Bij het bepalen van de KDW's is in beginsel rekening gehouden met het feit dat een deel van de atmosferische depositie in habitattypen weer uit het systeem verdwijnt. Bij het beoordelen van het effect van een tijdelijke toename van deposities geldt echter dat een deel van de stikstof uit de wortelzone zal verdwijnen voordat deze vastgelegd wordt (en later weer ter beschikking kan komen voor de plant) of direct opgenomen wordt door de planten. De hoogte van de depositie en daarmee de beschikbaarheid van de atmosferisch toegevoegde stikstof heeft geen relatie met de KDW. Wanneer een groot deel uitspoelt, zal de daadwerkelijk beschikbare hoeveelheid lager zijn. Buiten het groeiseizoen nemen planten relatief weinig voedingsstoffen op uit de bodem. In het najaar en de winter zal daarom een groter deel van de depositie uit de wortelzone verdwijnen dan in het voorjaar en de zomer.

Hoewel het moeilijk is om betrouwbare kwantitatieve onderbouwingen te geven voor de mate waarin stikstof die als gevolg van atmosferische depositie in een natuurgebied terecht komt weer uitspoelt en daarom niet ter beschikking komt aan de vegetatie, kan een aantal algemene conclusies getrokken worden:

- Een deel van de stikstof die via droge of natte depositie in een habitattype terecht komt, zal niet direct worden opgenomen door de plant, maar worden gebonden in de bodem of spoelt uit naar het grond- of oppervlaktewater.
- Nitraat wordt slecht gebonden in de bodem en blijft of gaat daardoor in oplossing in het bodemwater. Uitspoeling van stikstof zal daarom vooral in de vorm van nitraat plaatsvinden.
- Deze uitspoeling is vooral relevant in habitattypen van zandgronden en is groter naarmate deze habitattypen verbonden zijn aan drogere omstandigheden. In klei- en vooral veenbodem is uitspoeling van stikstof aanzienlijk geringer.
- Bij de activiteiten waarbij sprake is van emissies door verbrandingsmotoren (vaak overheersend bij bouw- en realisatiewerkzaamheden) is vooral sprake van uitstoot van NO_x, wat in de vorm van opgelost nitraat in het bodemmilieu terecht komt.
- In specifieke gevallen (drogere omstandigheden in zandgronden) verdwijnt een deel van de depositie (tot meer dan 50%) weer uit het systeem voordat het opgenomen wordt door planten.

Beoordeling

De stikstofdeposities als gevolg van het project zijn het hoogste in de duingebieden van Zuid-Holland, met onder andere het Natura 2000-gebied Voornes Duin (0,77 mol N/ha). Het zijn ook met name de habitattypen van de (arme) zandgronden die gevoelig zijn voor stikstofdepositie. Deze (droge) zandbodems zullen een hogere mate van uitspoeling kennen, waardoor voor habitattypen van (droge) zandgronden[13] gesteld wordt dat een belangrijk deel van de depositie niet beschikbaar komt. Het daadwerkelijk potentieel aan stikstof is daarmee aanzienlijk kleiner dan de hoeveelheid stikstof die neerkomt op het habitattype

6.4 Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling

Beschrijving

De toename van stikstof als gevolg van depositie kan leiden tot effecten op planten als gevolg van vermesting en verzuring.

Bij vermesting is sprake van een grotere beschikbaarheid van voor planten opneembaar stikstof (nitraat en ammonium), dat dient als bouwstof voor de plant. Een grotere beschikbaarheid van deze bouwstoffen bevoordeelt relatief snelgroeiende planten, die daardoor concurrentievoordeel kunnen krijgen t.o.v. minder snelgroeiende soorten. Deze laatste soorten zijn veelal de voor zeldzame en bedreigde habitattypen

[13] Duinen: H2110, H2120, H2130, H2140B, H2150, H2160, H2170), stuifzanden en heiden: H2310, H2320, H2330, H4030, H5130 en sommige graslanden: H6110, H6120, H6230 (droog).

kenmerkende soorten. Afname van deze soorten leidt tot vermindering van de kwaliteit van de habitattypen, en op den duur zelfs tot areaalverlies.

Om een beeld te krijgen van de vermestende invloed van een éénmalige en kleine depositietoename van circa 1 mol N/ha is de volgende berekening illustratief:

- Een depositie van 0,77 mol N/ha/jaar komt overeen met een jaarlijkse toevoeging van 10 gram stikstof per hectare;
- De productie van natuurlijke habitattypen loopt uiteen tussen 2.000 en 6.000 kg droge stof/ha/jaar (Tolkamp, van den Berg, Nabuurs, & Olsthoom, 2006).
- Het aandeel in stikstof varieert tussen plantensoorten en omstandigheden: het drooggewicht van een plant bestaat gemiddeld voor 1,5% uit stikstof. Dit gemiddelde varieert van 0,5% bij houtachtige planten tot 5,0% bij peulvruchten (bron: Nutrinorm.nl).
- Voor de biomassaproductie van natuurlijke habitattypen is dus gemiddeld 30 - 90 kg N/ha/jaar nodig (1,5% van 2.000 tot 6.000 kg). Dit komt overeen met circa 2.150 - 6.400 mol N/ha/jaar. Dit betreft de totale aanvoer van stikstof, dus ook vanuit bronnen naast atmosferische depositie zoals via grond- en oppervlaktewater, nalevering uit de bodem, mineralisatie van organische materiaal en natuurlijke bemesting (via dieren of vee dat ingezet wordt bij natuurlijke begrazing).
- Een depositie van 10 gram N/ha/jaar komt overeen met 0,01 en 0,05 % van de jaarlijks benodigde hoeveelheid stikstof van planten in natuurlijke habitats. Deze 10 gram stikstof draagt bij aan de vorming van circa 1.000 gram biomassa per ha, oftewel 0,1 gram biomassa per m2. Ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking komt aan de vegetatie, leidt dit niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, en daarmee tot veranderingen in concurrentiepositie.

Dermate geringe percentages leiden niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking zou komen aan de vegetatie. Daardoor ontstaan ook geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten ten opzichte van elkaar in de vegetatie voorkomen. Hieruit wordt geconcludeerd dat een eenmalige kleine depositietoename de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar verandert of aantast.

Beoordeling
Een kleine tijdelijke toename van de depositie van maximaal 0,77 of 0,91 mol N/hectare leidt niet tot meetbare verschillen in groeisnelheid van individuele planten, daar is de hoeveelheid beschikbare stikstof te klein voor. Er ontstaan geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en ook geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten in de vegetatie voorkomen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de depositietoename door het project de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar aantast.

6.5 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie

Beschrijving
Om een beeld te geven wat de omvang is van de deposities als gevolg van het project IJmuiden Ver Beta, wordt weergegeven wat deze toename is, gerelateerd aan de totale depositie in een gebied, de gevoeligheid van de habitattypen en leefgebieden en de nauwkeurigheid waarmee effecten kunnen worden vastgesteld. Dit geeft inzicht in de mate van relevantie van de tijdelijke depositie door het project.

Hoeveel is 1 mol stikstof per hectare per jaar?
Een mol stikstof komt overeen met 14 gram N (of in de vorm van stikstofverbindingen met 62 gram NO_3^- of 18 gram NH_4^+). 14 gram N komt overeen met het gewicht van circa 4 suikerklontjes (of één eetlepel suiker). Als gevolg van deze depositie, wordt deze hoeveelheid gedurende een jaar gelijkmatig in tijd en ruimte verdeeld over een oppervlakte die gelijk is aan ongeveer twee voetbalvelden. Per vierkante meter is dit 0,0014 gr of 1,4 mg.

Hoe verhoudt toename zich tot achtergrondbelasting in een bepaald gebied?
Op alle Natura 2000-gebieden in Nederland vindt als gevolg van natuurlijke en door mensen beïnvloede oorzaken depositie van stikstof plaats. Deze achtergronddepositie (ADW) varieert tussen circa 700 en 4.000

mol N/ha/jaar, afhankelijk van de locatie. Deze depositie vinden al gedurende decennia permanent plaats, zij het dat ze in de afgelopen decennia aanzienlijk gedaald zijn.

De achtergrondwaarden worden vastgesteld met behulp van modelberekeningen, die gebaseerd zijn op metingen van stikstofconcentraties in de lucht en van deposities. Een aantal factoren is van invloed op de nauwkeurigheid van deze informatie. Naast de nauwkeurigheid van het gebruikte model zijn nog enkele andere bronnen van onzekerheid te noemen. Het detailniveau van de gebruikte informatie over emissiebronnen in binnen- en buitenland kent om praktische redenen zijn beperkingen. Hetzelfde geldt voor meteorologische en omgevingsfactoren die van invloed zijn op de verspreiding van luchtverontreiniging. Binnen een gridcel is bovendien de werkelijke concentratie niet overal gelijk. Een onzekerheidsmarge rond de weergegeven waarden is het gevolg. De onzekerheid bedraagt, afhankelijk van stof en jaar, van 15% tot 30% voor concentraties en van 50% tot 100% voor deposities (RIVM, 2020).

Hoewel er sprake is van een langjarige trend waarbij de emissies en achtergronddepositie dalen, variëren de achtergronddeposities op een specifieke locatie van jaar tot jaar. Dit heeft met name te maken met jaarlijkse verschillen in weersomstandigheden (temperatuur, windrichting en hoeveelheid neerslag). Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10% (Compendium voor de Leefomgeving, 2019). Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de ordegrootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.

Een beperkte dosis stikstof, hier maximaal 0,77 of 0,91 mol N/ha op een gebieden op de meeste locaties aanmerkelijk minder, als gevolg van tijdelijke activiteiten is zeer gering ten opzichte van de jaarlijkse en al lang bestaande permanente deposities in de afgelopen decennia (0,1% tot 0,6% van de jaarlijkse achtergronddepositie). En ook vanuit de natuurlijke fluctuatie in stikstofdepositie en de nauwkeurigheid waarmee de achtergronddeposities zijn vastgesteld.

Ter vergelijking: de natuurlijke achtergronddepositie (zonder menselijk ingrijpen) ligt naar verwachting tussen de 71 en 357 mol N/hectare/jaar (of 1 tot 5 kg N) (Arcadis, 2011). De eenmalige maximale toename als gevolg van het project (0,77 mol N/hectare op het Natura 2000-gebied Voornes Duin) komt overeen met 0,5% van de gemiddelde natuurlijke jaarlijkse achtergronddepositie.

Hoe verhoudt de toename zich tot de kritische depositie van habitattypen en leefgebieden?
De kritische depositiewaarden geven aan beneden welke totale depositie (in mol N/ha/jaar) significante effecten als gevolg van stikstofdepositie op een habitattype of leefgebied met zekerheid kunnen worden uitgesloten (zie ook paragraaf 3.5). Bij deze KDW's gaat het om de gevoeligheid van blootstelling van habitattypen en leefgebieden aan stikstofverbindingen gedurende langere perioden.

De kritische depositiewaarden zijn afgerond op hele kilo's stikstof. Deze zijn daarna teruggerekend naar mol. Een meer precieze bepaling van de KDW's is op grond van beschikbare kennis en modeluitkomsten niet mogelijk. Een verschil van 100 gram (één decimaal) geeft reeds een verschil en daarmee onzekerheidsmarge van 7,14 mol/ha/jaar. Dit betreft permanente en dus langdurige jaarlijkse depositieniveaus. De kleine tijdelijke depositietoename als gevolg van het project (maximaal 0,77 of 0,91 mol N/ha) bevindt zich ruim binnen de onzekerheidsmarges waarmee de KDW's toegepast kunnen worden.

De kleine dosis aan stikstof als gevolg van de tijdelijke activiteiten is daarom zeer gering, zowel ten aanzien van de nauwkeurigheid waarmee de KDW's zijn vastgesteld en ten aanzien van de hoogte van deze KDW's als lange termijn grenswaarde.

Beoordeling

Voor de stikstofdeposities ten gevolge van de aanleg van het project geldt dat de maximale bijdrage van 0,74 of 0,91 mol N/ha:

- Wegvalt tegen de jaarlijkse fluctuatie in stikstofdepositie ten gevolge van meteorologische condities door het jaar en over de jaren heen;
- Verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de jaarlijkse achtergronddepositie;
- Binnen de onzekerheidsmarges c.q. nauwkeurigheid van de KDW's en de bepaling van de achtergronddeposities valt.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat een kleine depositietoename van maximaal 0,77 of 0,91 mol N/hectare gedurende de aanlegperiode de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet aantast

6.6 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen

Beschrijving

Atmosferische depositie is niet de enige bron van stikstof in het leefmilieu van planten. Ook via andere mechanismen en routes komt stikstof beschikbaar. De belangrijkste hiervan zijn:

- Toestroming via grond- en oppervlaktewater. Van nature zijn oppervlaktewateren en (met name) grondwater relatief arm aan stikstofverbindingen. Door menselijke invloeden (bemesting, afvalwaterlozing) bevatten grond- en oppervlaktewater in Nederland momenteel echter aanzienlijk meer stikstofverbindingen, zowel nitraat als ammonium. In habitattypen die onder invloed staan van toestromend grondwater (kwel) of overstroming met oppervlaktewater (beek- en rivierbegeleidende habitattypen) kunnen op deze wijze een verhoogde aanvoer van stikstof ondergaan. Bij overstroming kan daarbij ook voedselrijk slib nog een rol spelen.
- Mineralisatie (verdroging). In organisch materiaal in de bodem is stikstof geaccumuleerd die niet direct ter beschikking is voor levende planten. Door mineralisatie, waarbij bodemmicroben de immobiele stikstof omzetten naar vrij beschikbare stikstofverbindingen, komt deze geaccumuleerde stikstof weer vrij, in eerste instantie in de vorm van ammoniak. Via nitrificatie moet ammoniak eerst omgezet worden in nitraat, alvorens de stikstof beschikbaar is voor planten. Mineralisatie en nitrificatie is een natuurlijk proces, maar kan versneld worden in situaties waar veel zuurstof beschikbaar is. Dit gebeurt o.a. in habitattypen waar veel organische stof aanwezig is in de bodem, en waar de beluchting van de bodem toeneemt als gevolg van verdroging (verlaging van de grondwaterstand).

Beide vormen van stikstofaanvoer zijn niet of nauwelijks van natuurlijke oorsprong, maar kunnen in bepaalde situaties wel aanleiding geven tot een aanzienlijk aanvoer van voedingsstoffen:

- In het Natura 2000-gebied Bunder- en Elsloërbos bijvoorbeeld, is de gemiddelde belasting van het grondwater circa 75 mg/l nitraat, wat overeenkomt met circa 17 mg N/l. In het gebied komt dit water via talloze bronnetjes (circa 150) aan de oppervlakte. De afvoer van een gemiddelde bron in het Bunderbos is circa 1 m^3/uur. Per jaar komt daardoor per bron een vracht van ruim 9.000 mol N in het gebied. Het gebied heeft ruim 150 van deze bronnen. Via de bronnen komt daardoor ruim 8.000 mol N/ha/jaar het gebied binnen. Daarnaast komt er ook grondwater buiten de bronnen aan de oppervlakte. Een aanzienlijk deel van deze stikstof zal ook weer het gebied verlaten via de afvoer van het water door de beken, maar een deel van de stikstof zal opgenomen worden in de bodem en in de vegetatie.
- In riviersystemen is met name in de uiterwaarden van de rivier de dynamiek uit de rivier leidend. Naast dat de overspoeling door erosie voor een deel aanwezige stoffen wegspoelt, voert de rivier ook stoffen aan. Als de Rijn als voorbeeld wordt genomen, dan is het gehalte aan stikstof ongeveer 2,5 mg/l. Deze hoeveelheid is ook ongeveer de streefwaarde voor alle rivieren. Het gemiddelde debiet van de Rijn is ongeveer 2.200 m3/s (variatie tussen 600 en 16.000 m3/s)[14]. Dit betekent dat de Rijn per seconde gemiddeld 5,5 kg stikstof aan- en afvoert, wat neerkomt op circa 400 mol N per seconde. Daarnaast zal in het slib dat wordt achtergelaten ook een grote hoeveelheid stikstof achterblijven.

Naast aanvoer van stikstof, vindt in natuurlijke en half-natuurlijke systemen ook afvoer van stikstofverbindingen plaats. De belangrijkste daarvan zijn:

- Uitspoeling van stikstof. Een deel van de stikstof die in het systeem terecht komt wordt direct (na depositie) of indirect (na vrijkomen als gevolg van mineralisatie en nitrificatie) opgelost in het bodemwater, en via infiltratie of uitspoeling naar het oppervlaktewater uit het systeem verwijderd. Met name in drogere habitattypen van zandgronden kan het aandeel van stikstof dat op deze wijze verdwijnt aanzienlijk zijn.

[14] https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/afvoer/

- Natuurlijke denitrificatie. Hierbij zetten bacteriën nitraat om in gasvormig stikstof, dat ontsnapt naar de atmosfeer. Dit is een natuurlijk proces, waarmee in de bepaling van de KDW's van habitattypen en leefgebieden reeds rekening is gehouden. Van de stikstof die als gevolg van een eenmalige kleine depositietoename in het milieu terecht komt, zal een zeer geringe fractie op deze wijze verdwijnen.
- Immobilisatie van stikstof in organisch materiaal. Deze stikstof is eerst door planten opgenomen en daarna in de planten omgezet tot organische stikstofverbindingen. Plantenresten worden als organisch materiaal in de bodem opgeslagen. Afhankelijk van het bodemtype blijven ze daar langere of kortere tijd immobiel. Als gevolg van mineralisatie kunnen ze weer omgezet worden in ammonium en (via nitrificatie in) nitraat. Met name in habitattypen in veengebieden kan aanzienlijke accumulatie van stikstof in organisch materiaal optreden.
- Cyclisch beheer. Cyclisch beheer is voor veel habitattypen een basisvoorwaarde voor instandhouding van habitattypen. Dit beheer is gericht op het verwijderen en (meestal ook) afvoeren van organisch materiaal. Voortzetting van dit beheer is een vanzelfsprekendheid en vastgelegd in beheerplannen en is al decennia een pijler onder natuurbeheer en heeft zijn resultaten (wetenschappelijk) ruim bewezen. De meest toegepaste beheermethoden zijn maaien, beweiden/begrazen, plaggen en chopperen (verwijderen zode met organisch materiaal) en snoeien. De stikstof wordt meestal uit het systeem verwijderd doordat het materiaal geoogst en/of afgevoerd wordt. Als gevolg van toegenomen aanvoer van nutriënten en daardoor veroorzaakte verhoogde biomassaproductie is de intensiteit van dit beheer in veel gevallen, noodgedwongen, toegenomen. Dit beheer is echter ook resultaatgericht: de biomassa of bovengrond wordt tot een bepaald niveau verwijderd. Een eventuele tijdelijke geringe toename van stikstofdepositie wordt daarmee eveneens weggenomen. Tabel 5 geeft enkele voorbeelden van de mate van afvoer weer per type beheer.

Tabel 5 Effect beheermaatregel ten aanzien van afvoer stikstoffen uit de vegetatie. Sommige maatregelen worden jaarlijks genomen zoals maaien en begrazen, andere worden meer incidenteel uitgevoerd zoals plaggen en baggeren (bron: van den Berg, Loeb, & Bobbink, 2014).

Beheermaatregel	Range van stikstofafvoer (mol/ha)
Plaggen	81.000 – 381.000
Chopperen	14.000 – 169.000
Baggeren	40.000 – 860.000
Maaien	1.000 – 10.000
Begrazen	140 – 1.200
Branden	1.000 – 10.000
Hakhoutbeheer en dunnen	11.000 – 15.000
Opslag verwijderen	500 – 15.000
Ingrijpen in soortensamenstelling boomlaag	2.200 – 15.000

Beoordeling

Ten aanzien van de verwijdering van stikstof uit het systeem blijkt uit het voorgaande dat de tijdelijke kleine depositietoename wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die weer uit het systeem verdwijnen. Met name bij (cyclisch) beheer zal de in de planten opgenomen stikstof, die afkomstig is uit de depositietoename, weer grotendeels uit het systeem verwijderd worden door het gevoerde vegetatiebeheer. De tijdelijke beperkte toevoeging heeft geen invloed op het terugbrengen van de depositie tot de KDW of het behouden van de depositie beneden de KDW.

Bij beheer van de heischrale graslanden met schapenbegrazing betekent een eenmalige depositie van 1,0 mol/ha stikstof het volgende. Een plant heeft voor de aangroei van 1 gram ongeveer 0,2 gram stikstof nodig (Ter Steege, 1996). De depositie van 14 gram zal dus, ervan uitgaande dat de helft van de stikstof ook

daadwerkelijk wordt benut en de andere helft uitspoelt, leiden tot een aanwas van 70 gram vegetatie van het habitattype per hectare. Een schaap heeft een voedselbehoefte van 1,7 kg droge stof per dag (WUR, 2002). Uitgaande van een drogestofgehalte van de graslandvegetatie van maximaal 50% eet een schaap per dag 3,4 kg vegetatie. Uitgedrukt in schaapdagen (hoeveelheid vegetatie die één schaap op één dag graast) is 3,4 kg dus 1 schaapdag. Om de jaarlijkse extra aanwas van 70 gram vegetatie uit het systeem te halen, is dus (70/3.400 =) 0,024 schaapdag nodig. Uitgaande van een graasduur van 8 uur per dag (gescheperde kudde), komt 0,74 mol overeen met 52 seconden begrazing door kudde van 50 schapen. Een tijdelijke depositie van bijvoorbeeld 0,74 mol/ha komt overeen met 0,74 x 70 gram = 51,8 gram per hectare (per 10.000 m^2) en valt daarmee ruim binnen de beheerinspanning in geval van schapenbegrazing.

Ter illustratie kan worden gekeken naar maaibeheer. Bij beheer van graslanden door maaien wordt tussen de 24 en 63 kg stikstof per hectare verwijderd[15]. Op basis van het gegeven dat een plant voor de aangroei van 1 gram ongeveer 0,2 gram stikstof nodig heeft (Ter Steege, 1996), geldt een extra aanwas per 10.000 m2 van 70 gram ten gevolge van 1 mol (/ha). De hoeveelheid stikstofdepositie ten gevolge van het project Net op zee IJmuiden Ver Beta valt weg tegen de hoeveelheid stikstof die wordt verwijderd met maaien

Op grond hiervan volgt dat een tijdelijke beperkte stikstofdepositie geen invloed heeft op habitattypen in geval van een situatie met cyclisch beheer die stikstof uit het systeem verwijderd, aangezien de eventuele bijdrage wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die periodiek door beheer worden verwijderd.

6.7 Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen

Beschrijving

In sommige situaties is in Natura 2000-gebieden bij specifieke habitattypen sprake van een hoge mate van overbelasting. De achtergronddepositie (ADW) is dan aanzienlijk hoger dan de kritische depositiewaarde (KDW). In de gebiedsanalyses wordt gesproken van een sterke overbelasting wanneer de ADW twee keer zo hoog is als de KDW. Bij grote overschrijdingen kunnen zich twee situaties voordoen:

- De kwaliteit van het habitattype is goed, ondanks de hoge overschrijding van de KDW. In dergelijke gevallen zijn andere factoren dan stikstof sturend en/of beperkend voor de ontwikkeling van het habitattype, bijvoorbeeld omdat fosfaat beperkend is, of omdat er sprake is van een goede buffercapaciteit door toestroming van kwelwater.
- De kwaliteit van het habitattype is slecht, (mede) als gevolg van de veel te hoge aanvoer van stikstof. In dergelijke situaties zijn maatregelen opgenomen in het beheerplan om de kwaliteit van de habitattypen te herstellen. Dit kunnen zowel systeemgerichte maatregelen zijn (bijvoorbeeld herstel van de waterhuishouding) als maatregelen die de geaccumuleerde stikstof uit het gebied verwijderen. Door de tijdelijke en kleine depositietoename zal de situatie in dergelijke gebieden niet wijzigen. De depositietoename zal ook geen gevolgen hebben voor de aard, omvang en succes van de maatregelen die genomen moeten worden.

Beoordeling

In geval van habitattypes met een overbelasting geldt dat tijdelijke kleine deposities op grond van voorgaande beschrijving nooit de oorzaak zijn, die tot gevolg heeft dat een habitattype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

6.8 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie

Beschrijving

Zoals in paragraaf 6.7 aangegeven is de achtergronddepositie in een groot aantal gebieden sinds een groot aantal jaren ruim hoger dan de kritische depositiewaardes die optreden. Dit is één van de oorzaken voor het niet bereiken van instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen. Sinds 1980 zijn

[15] Dit betrof graslanden in Californië (VS) in een mediterraan klimaat met voornamelijk Lolium multiflorum en Bromus diandrus met Lupine albifrons, waar verspreid nog kleine oppervlaktes liggen met de originele vegetatie zonder lupine. (Maron & Jefferies, 2001)

emissies hoog, zij het dat ze langzaam aan het afnemen zijn onder invloed van bijvoorbeeld strenge emissie-eisen.

De werkzaamheden voor het project vinden voor het grootste deel op zee plaats. De tijdelijke deposities van het project vinden plaats tussen de emissies van voornamelijk zeescheepvaart en visserij. Deze activiteiten vinden verspreid over de Noordzee plaats naast projectmatige activiteiten als olie- en gaswinning, zand- en schelpwinning, kustverdedigingswerkzaamheden en luchtvaartbewegingen. Uit de gegevens van het CBS ten aanzien van de uitstoot in de periode 1990 tot 2018 blijkt dat de zeescheepvaart en visserij samen een uitstoot kenden van 94,6 miljoen kg stikstof in 1990, die is toegenomen tot 98,4 miljoen kg stikstof in 2018. Gezien de omvang van deze emissies, zonder de andere genoemde activiteiten, is het aannemelijk dat een tijdelijke kleine bijdrage wegvalt in het heersende beeld van emissies en als toevoeging verwaarloosbaar is.

Beoordeling

De aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta veroorzaakt een uitstoot van 604 ton stikstof in totaal. Per jaar is dit gemiddeld 151 tot 201 ton stikstof. Ten opzichte van de jaarlijkse emissies van activiteiten die bekend zijn van scheepvaart en visserij (77,5 miljoen kg stikstof in 2018[16]) betekent dit (worst-case) een bijdrage van minder dan 0,8%[17] op jaarbasis, zonder rekening te houden met andere activiteiten als bijvoorbeeld zandwinning, olie- en gaswinning en kustversterking. Dit is verwaarloosbaar en niet te onderscheiden, naast het gegeven dat een groot deel van de activiteiten wordt uitgevoerd door schepen die in voorgaande jaren andere activiteiten in de Noordzee hebben uitgevoerd en dus op zichzelf geen toevoeging op de achtergronddepositie vormen. De emissie van het project kan daarom, ook als het als toevoeging wordt beschouwd, niet tot een significant negatief effect leiden op habitattypen.

6.9 Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang

Beschrijving

Stikstofdepositie leidt tot verzuring of vermesting zoals bij de algemene beschrijving van effecten opgenomen. Niet alle habitattypen zijn gevoelig voor stikstof. Van de voor stikstofgevoelige habitattypen geldt dat, eventueel in specifieke omstandigheden/locaties, andere drukfactoren bepalend zijn voor het kunnen behalen en/of behouden van de gewenste kwaliteit en omvang van het habitattype. Dat wil zeggen dat ook onder overbelaste omstandigheden de kwaliteit van habitattypen wel op orde kan zijn. Wanneer de kwaliteit niet overal behaald wordt, geeft weer dat andere factoren bepalend zijn.

Beoordeling

In het geval dat stikstofdepositie niet de voornaamste drukfactor is voor het behalen en/of behouden van een instandhoudingsdoelstelling voor een habitattype, geldt dat projectdepositie niet de oorzaak zal zijn die tot gevolg heeft dat een habitattype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

6.10 Conclusie effect tijdelijke, lage stikstofdepositie

Samenvattend wordt op basis van de hierboven beschreven acht aspecten gesteld dat een tijdelijke en lage stikstofdepositie in de praktijk niet leidt tot een significant negatieve aantasting van een vegetatie of ecosysteem. De primaire, veel terugkomende reden is dat de hoeveelheid stikstof die neerkomt in het systeem als gevolg van het project Net op zee IJmuiden ver Beta te gering is om een (meetbare) verandering teweeg te brengen. In veel gevallen is tevens sprake van dat meer dan één aspect aan de orde is waarom de kwaliteit wel of niet gehaald wordt, waardoor de zekerheid dat geen effecten optreden als gevolg van de projectdepositie in de vegetaties of het systeem vergroot wordt.

[16] CBS Statline
[17] Op basis van het uitgangspunt dat 374,7 ton stikstof over 1 jaar wordt uitgestoten.

7 BEOORDELING CUMULATIE

Omdat uit de beoordeling blijkt dat de tijdelijke depositie ten gevolge van het project met zekerheid geen significant negatief effect heeft, is cumulatie in feite niet aan de orde; in combinatie met andere plannen en projecten is de tijdelijke bedrage nooit de druppel die leidt tot een significant negatief effect in de hierboven bedoelde zin.

Meer in het bijzonder geldt dat de tijdelijke bijdrage van het project plaatsvindt in het licht van een overbelaste situatie. Dit gegeven is het vertrekpunt bij de ecologische beoordeling van het project aangezien het de huidige situatie betreft.

Cumulatie betreft het gelijktijdig optreden van effecten van andere projecten of activiteiten die al wel vergund zijn, maar nog niet zijn uitgevoerd. Cumulatie kan alleen plaatsvinden indien projecten of activiteiten in dezelfde periode als de werkzaamheden van het Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn voorzien, aangezien het project slechts een tijdelijke emissie en daarmee bijdrage aan de depositie veroorzaakt.

Ongeacht dat op dit moment niet of nauwelijks vergunningen worden verstrekt sinds maar ook al voor de uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State inzake het PAS van 29 mei 2019, geldt dat de bijdrage van het project in combinatie met andere projecten of activiteiten niet tot andere effecten zal leiden dan hiervoor geconcludeerd voor het project op zich. Andere projecten en activiteiten die vergund maar nog niet gerealiseerd zijn, veroorzaken eveneens een additionele bijdrage aan de autonome situatie die voor een belangrijk deel overbelast is. Dit leidt niet tot een andere conclusie voor de effecten van de aanleg van het Net op zee. Een toevoeging van andere projecten/activiteiten maakt die situatie niet anders en is ook niet van invloed op de uitgevoerde beoordeling en de conclusie die hieruit volgt. Die conclusie is dat de bijdrage ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee er niet toe kan leiden dat instandhoudingsdoelstellingen niet meer of moeilijker kunnen worden behaald.

De conclusie ten aanzien van eventuele effecten van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta is daarom eveneens geldig in cumulatie.

Tot slot: de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta maakt een vergaande reductie van stikstofdepositie mogelijk, doordat de elektriciteit die wordt opgewekt door de windparken die door het project worden aangesloten op het hoogspanningsnet op land, voorkomen dat stikstofemissies ontstaan wanneer deze elektriciteit wordt opgewekt met behulp van fossiele energie. Ook wordt door het project verdergaande elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector mogelijk gemaakt, hetgeen tevens leidt tot reductie van depositie. In zoverre levert dit project als zodanig een belangrijke bijdrage aan het doorzetten van de dalende trend aan stikstofemissies en -deposities op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden in Nederland.

8 CONCLUSIE STIKSTOFDEPOSITIE REALISATIE NET OP ZEE IJMUIDEN VER BETA

De beoordeling van de effecten van de stikstofdepositie ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn in de voorgaande hoofdstukken op diverse manieren beoordeeld.

Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta leidt tot een tijdelijke stikstofdepositie in een groot aantal Natura 2000-gebieden gedurende de aanlegfase van twee tot drie jaar. Na realisatie is geen sprake meer van meetbare stikstofdepositie. Gelijktijdig reduceert het project gedurende de exploitatiefase een veelvoud hiervan aan stikstofdeposities als gevolg van het mogelijk maken van elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector en het vervangen van elektriciteitsopwekking door verbranding van fossiele energie, zoals kolen en gas door duurzame elektriciteitsopwekking.

Uit deze ecologische beoordeling stikstofdepositie komt naar voren dat met zekerheid significant negatieve effecten, als gevolg van de tijdelijke projectbijdrage stikstofdepositie, zijn uitgesloten voor de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden en de voor deze gebieden gestelde instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen of de soorten die hiervan afhankelijk zijn.

Uit de algemene effectbeoordeling en de effectbeoordeling van de habitattypen van de Voornes Duin blijkt dat - onafhankelijk van de hoogte van de projectdepositie en het habitattype waarop de depositie neerkomt - deze in alle gevallen van dusdanig beperkte omvang is, dat deze nooit sturend is voor de kwaliteit van het habitattype en het kunnen behalen van de doelen in zowel tijd als ruimte. In alle gevallen komt de effectbeoordeling tot de conclusie dat, gezien de eenmaligheid, de hoeveelheid stikstofdepositie te laag is om tot een effect in de vegetaties te leiden. Daarmee is de beoordeling geldig voor alle in Nederland voorkomende voor stikstofdepositie gevoelige habitattypen in alle Natura 2000-gebieden die een tijdelijke belasting ondervinden ten gevolge van het project.

De bijdrage van het project is te gering om een (meetbare) verandering teweeg te brengen in het ecosysteem, de hoeveelheden zijn te laag om een effect te hebben op de groei van vegetaties en vallen tevens binnen de onzekerheidsmarges van bestaande achtergronddeposities. Met zekerheid heeft de projectdepositie geen invloed op de huidige situatie of kwaliteit of de mogelijkheden om een verbetering van de instandhouding te bereiken, het halen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in gevaar en wordt niet vertraagd.

Geconcludeerd wordt dat, als gevolg van stikstofdepositie door de realisatie van Net op zee IJmuiden Ver Beta, in de aanleg van de 1x4 of de 2x2 kabelconfiguratie, significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de door de depositie geraakte Natura 2000-gebieden met zekerheid zijn uit te sluiten. Het behouden en/of kunnen behalen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in het geding.

9 BRONNEN

Arcadis. (2011). *Stikstof en zwavel in de grijze duinen, aanvullingen op het Arcadis-rapport uit 2008 naar aanleiding van het StAB-advies over de stikstofdepositie van de energiecentrales van NUON en RWE/ESSENT*.

Berdowski, J. J. M. (1987). The catastrophic death of Calluna vulgaris in Dutch heathland. *Dissertatie Utrecht*, 132.

Bobbink, R., & Hettelingh, J. P. (2011). *Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships*. https://doi.org/www.rivm.nl/cce

Bobbink, R., & Lamers, L. P. M. (1999). *Effects of increased nitrogen deposition. Air pollution and plant life 2nd edition (eds. J.N.B. Bell, M. Treshow)*. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.

Buijsman, E., Aben, J. M. M., Hettelingh, J. P., Van Hinsberg, A., Koelemeijer, R. B. A., & Maas, R. J. M. (2010). *Zure regen Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland*.

Caporn, S., Field, C., Payne, R., Dise, N., Britton, A., Emmett, B., … Stevens, C. (2016). Assessing the effects of small increments of atmospheric nitrogen deposition (above the critical load) on semi- natural habitats of conservation importance. *Natural England*.

Clark, C. M., & Tilman, D. (2008). Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grassland. *Nature*, *451*, 712–715.

CLO, & RIVM. (2019). Stikstofdepositie 1990 - 2018. Retrieved January 22, 2021, from https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

Compendium voor de Leefomgeving. (2019). Vermestende depositie, 1990-1017. Retrieved July 9, 2020, from https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

de Haan, B. J., Kros, J., Bobbink, R., van Jaarsveld, J. A., De Vries, W., & Noordijk, H. (2008). *Ammoniak in Nederland*. Bilthoven. https://doi.org/500125003

de Vries, W. (2008). *Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid*. Wageningen. https://doi.org/Alterra-rapport 1699

Dise, N. ., Rothwell, J. J., Gauci, V., van der Salm, C., & de Vries, W. (2009). Predicting dissolved inorganic nitrogen leaching in European forests using two independent databases. *Science of the Total Environment*, *407*, 1798–1808.

Dise, N. B., & Wright, R. F. (1995). Nitrogen leaching from European forests in relation to nitrogen deposition. *Forest Ecology and Management*, *71*, 153–161.

Dobben, H. van, Bobbink, R., Bal, D., & Hinsberg, A. van. (2012). Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. *Alterra-Rapport*, *2397*, 68. https://doi.org/10.1029/2004JB003221

Ghenai, G. (2012). Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment. *InTech*. https://doi.org/ISBN: 978-953-51-0165-9

Haapala, K. R., & Preedanood, P. (2014). Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. *Sustainable Manufacturing*, *3*(2).

Kleijn, D., Bekker, R. M., Bobbink, R., De Graaf, M. C. C., & Roelofs, J. G. . (2008). In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species. *Journal of Applied Ecology*, *45*, 680–687.

Kooijman, A. M., & Besse, M. (2002). The higher availability of N and P in lime-poor than in lime-rich coastal

dunes in the Netherlands. *Journal of Ecology*, *90*, 394–403.

Kros, J., de Haan, B. J., Bobbink, R., van Jaarsveld, J. A., Roelofs, J. G. M., & de Vries, W. (2008). *Effecten van ammoniak op de Nederlandse natuur*. Wageningen. https://doi.org/Alterra-rapport 1698

Maron, J. L., & Jefferies, R. L. (2001). Restoring enriched grasslands: Effects of mowing on species richness, productivity, and nitrogen retention. *Ecological Applications*, *11*(4), 1088–1100. https://doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[1088:REGEOM]2.0.CO;2

Mengel, K. (1991). Available nitrogen in soils and its determination by the “Nmin-method” and by electroultrafiltration (EUF). *Fertilizer Research*, *28*, 251–262.

Mouissie, M. (2019). *Stikstofdepositie en woningbouwontwikkeling; verkennend onderzoek naar de bijdrage van woningbouwontwikkeling aan de stikstofdepositie*. De Bilt. https://doi.org/Rapport SWNL0250596

RIVM. (2007). De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven.

RIVM. (2020). Onzekerheden GCN & GDN kaarten. Retrieved from https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten/onzekerheden

Schoumans, O. F., Groenendijk, P., Renaud, L., & van der Bolt, F. J. E. (2008). *Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden*. Wageningen. https://doi.org/Alterra rapport 1700

Sierdsema, H., Kleunen, A. van, Bremer, L. van den, Sparrius, L., Smit, J., Meyling, A. G., … Stahl, J. (2016). *Leefgebiedenkaarten van de Natura 2000-gebieden en PAS-gebieden*.

Smeets, W., Geilenkirchen, G., Hammingh, P., Nijdam, D., van der Sluis, S., Peek, K., & Jimmink, B. (2017). *Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland– Rapportage 2017*. Den Haag. https://doi.org/PBL-publicatienummer: 2946

Smits, N. A. C., & Bal, D. (2012). Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats Deel 1: Algemene inleiding herstelstrategieën: beleid, kennis en maatregelen. *Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van Het Ministerie van Economische Zaken*.

Stevens, C. T., Manning, P., & van den Berg, L. J. L. (2011). Ecosystem responses to reduced and oxidised nitrogen inputs in European terrestrial habitats. *Environmental Pollution*, *159*, 665–676.

Ter Steege, M. W. (1996). *Regulation of nitrate uptake in a whole plant perspective Changes in influx and efflux of nitrate in spinach*. Groningen. https://doi.org/ID: 33047

Tolkamp, G. W., van den Berg, C. A., Nabuurs, G. J. M. M., & Olsthoom, A. F. M. (2006). Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen, 46. https://doi.org/Alterra Report 1380

van den Berg, L., Loeb, R., & Bobbink, R. (2014). *Mitigatie N-depositie Zeetoegang IJmond : inschatting stikstofafvoer door PAS-herstelmaatregelen*.

van Dobben, H. F., & van Hinsberg, A. (2008). *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000 typen*. Wageningen. https://doi.org/Alterra rapport 1654

WUR. (2002). *Handboek Schapenhouderij*. (Praktijkonderzoek Veehouderij, Ed.) (ISSN 0169_). Praktijkonderzoek Veehouderij.

BIJLAGE A UITGANGSPUNTEN AERIUS-BEREKENINGEN 1X4 AANLEGFASE (EXCLUSIEF WEGVERKEER)

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	Duur inzet [uur]	Duur inzet motor belast [%]	Duur inzet motor stationair [%]	Duur inzet motor belast [uren]	Duur inzet motor stationair [uren]	Belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	TAF factor	Cilinderinhoud [liter]	NOx-emissiefactor motor stationair [g/(l*h)]	NOx-emissievracht [kg]	Bronmaatregelen	NOx emissievracht na bronmaatregelen [kg]	NH3-emissiefactor belast [g/kWh]	NH3-emissiefactor motor stationair [g/(l*h]	NH3-emissievracht [kg]	Aantal motorvoertuig-bewegingen
Maasvlakte Station (Converterstation)																								
Onshore converterstation (locatie midden)																								
Algemene transport bewegingen	Personentransport	VW transporter			105	45000 BEW	45000													-				45.000
Algemene transport bewegingen	Vrachttransport	Volvo Fh			350	5940 BEW	5940													-				5.940
Hijswerkzaamheden	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
Graafwerkzaamheden	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	8 M	1280	70%	30%	896	384	70%	75.264	0,90	0,87	6,0	10	81,97	0%	81,97	0,002409	0,003149	0,19	-
Kabeltrek	Liermachine	-	4800 m	35 m/u	120	137 U	137	70%	30%	96	41	20%	2.304	0,90	1,1	6,0	10	4,75	0%	4,75	0,002710	0,003149	0,01	-
Kabelhaspel transport	Vrachttransport	Volvo Fh			350	72 BEW	72																	72,0
Transporten tbv ophoging	Zandvrachtwagen	Ginaf (23 ton laadcapaciteit)			315	3080 BEW	3080													-				3.080,0
Kranen tbv verspreiden grond tbv ophoging	Rupsgraafmachine	Liebherr R96			120	7 W	280	70%	30%	196	84	70%	16.464	0,90	0,87	6,0	10	17,93	0%	17,93	0,002409	0,003149	0,04	-
Totaal converterstation																		464,8		**464,8**			**0,8**	**54.092**
																								9.092,00
Alternatief Beta (incl. paralellligging op zee; gebundelde aanleg, post lay-burial)																								
Kabeltracé offshore																								
Baggeren Beta (baggeren)	Hopper (baggeren)	Lange Wapper	4840000 m3	**1,82** kg BS/m3									8.808.800	49,0	g NOx/kg Brandst.			431.631,20	80%	86.326,24				
Baggerschepen varen (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Lange Wapper	4840000 m3		14.000	2.420 U	2.420					60%	20.328.000	39,20				796.755,96	80%	159.351,19				
Aanleg kabel Beta (136,5km)	Kabellegschip	Leonardo da Vinci	136500 m	500 m/u	20.000	273 U	273					85%	4.641.000	9,4				43.640,23	0%	43.640,23				
	Trenchingsupport vessel	Olympic Zeus	136500 m	250 m/u	10.000	546 U	546					85%	4.641.000	9,4				43.640,23	0%	43.640,23				
	Guard vessel	OFS Fenny	6		900	3.276 U	3.276					60%	1.769.040	9,4				16.634,63	0%	16.634,63				
Kruising kabel Beta (20 stuks)	Fall pipe vessel	Braveness	20 -	14 u	10.000	280 U	280					70%	1.960.000	9,4				18.430,26	0%	18.430,26				
Joint kabel Beta (4 stuks)	Kabellegschip	Leonardo da Vinci	4 -	120 u	20.000	480 U	480					60%	5.760.000	9,4				54.162,41	0%	54.162,41				
Totaal baggeren offshore																		**1.228.387,2**		**245.677,4**				
Totaal IMO Tier II offshore																		**176.507,8**		**176.507,8**				
Totaal NOx-emissie offshore																		**1.404.894,9**		**422.185**				
Kabeltracé nearshore (post lay-burial)																			per bron	211.093				
Baggeren Beta (baggeren)	Hopper (baggeren)	Lange Wapper	300000 m3	**1,82** kg BS/m3									546.000	49,0	g NOx/kg Brandst.			26.754,00	80%	5.350,80				
Baggerschepen varen (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Lange Wapper	300000 m3		14.000	150 U	150					60%	1.260.000	39,20				49.385,70	80%	9.877,14				
Aanleg kabel Beta (9,5 km)	Kabellegschip	ref. TenneT	9500 m	150 m/u	20.000	63 U	63					85%	1.076.667	9,4				10.124,11	0%	10.124,11				
	Trenchingsupport vessel	ref. TenneT	9500 m	65 m/u	10.000	146 U	146					85%	1.242.308	9,4				11.681,66	0%	11.681,66				
	Guard vessel	OFS Fenny	2		900	292 U	292					60%	157.846	9,4				1.484,26	0%	1.484,26				
Totaal baggeren nearshore																		**76.139,7**		**15.227,9**				
Totaal IMO Tier II nearshore																		**23.290,0**		**23.290,0**				
Totaal NOx-emissie nearshore																		**99.429,7**		**38.518**				
Onshore DC-kabeltracé (7.5 km, via zuidkant Slufter) + evt verbinding tussen converter en 380 kV-station																								
Transitiemof 1	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	4 W	40	70%	30%	28	12	70%	2.352	0,90	0,87	6,0	10	2,56	0%	2,56	0,002409	0,003149	0,01	
mof 2	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 3	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 4	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 5	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 6	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 7	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 8	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
Kabelhaspel transport	Vrachttransport	Volvo Fh	27069 m		350	28 BEW	28																	28

Boren (HDD)	Boorinstallatie	Boring (max 80-150 ton)	10,5		300	5 W	2100	80%	20%	1.680	420	50%	252.000	0,90	1,1	15,0	10	312,48	0%	312,48	0,002409	0,003149	0,63	
Persboringen	Boorinstallatie	Boring (max 80-150 ton)	13,5		300	0,6 W	324	80%	20%	259	65	50%	38.880	0,90	1,1	15,0	11	49,18	0%	49,18	0,002409	0,003149	0,10	
Boren - transport buis	Vrachttransport	Volvo Fh	6		350	12 BEW	12																12
Kabeltrek (gehele landtracé)	Liermachine	-	27069 m	35 m/u	150	773 U	773	70%	30%	541	232	20%	16.241	0,90	1,1	7,5	10	33,48	0%	33,48	0,002409	0,003149	0,04	
Sleuf graven plat vlak (incl mof ruimte) (1,6 km)	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	7477 m	5 m/u	120	1495,4 U	1495,4	70%	30%	1.047	449	70%	87.930	0,90	0,87	6,0	10	95,77	0%	95,77	0,002409	0,003149	0,22	
Transport naar gronddepot	Vrachttransport	Volvo	3589 m3	50 m3/u	350	239 BEW	239																239
Sleuf dichten plat vlak	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	7477 m	6,25 m/u	120	1196,32 U	1196,32	70%	30%	837	359	70%	70.344	0,90	0,87	6,0	10	76,61	0%	76,61	0,002409	0,003149	0,18	
Testen en montage eindsluiting	Vrachttransport	Volvo Fh	6 st	8 u/st	350	12 U	12																12
Totaal onshore kabeltracé																		574,6		574,6		1,18	**291**

BIJLAGE B UITGANGSPUNTEN AERIUS-BEREKENINGEN 2X2 AANLEGFASE (EXCLUSIEF WEGVERKEER)

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	Duur inzet [uur]	Duur inzet motor belast [%]	Duur inzet motor stationair [%]	Duur inzet motor belast [uren]	Duur inzet motor stationair [uren]	Belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	TAF factor	Cilinderinhoud [liter]	NOx-emissiefactor motor stationair [g/(l*h)]	NOx-emissievracht [kg]	Bronmaatregelen	NOx emissievracht na bronmaatregelen [kg]	NH3-emissiefactor belast [g/kWh]	NH3-emissiefactor motor stationair [g/(l*h]	NH3-emissievracht [kg]	Aantal motorvoertuig-bewegingen
Maasvlakte Station (Converterstation)																								
Onshore converterstation (locatie midden)																								
Algemene transport bewegingen	Personentransport	VW transporter			105	45000 BEW	45000													-				45.000
Algemene transport bewegingen	Vrachttransport	Volvo Fh			350	5940 BEW	5940													-				5.940
Hijswerkzaamheden	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	43.680	0,90	1,1	16,0	10	90,04	0%	90,04	0,002607	0,003142	0,13	-
Graafwerkzaamheden	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	8 M	1280	70%	30%	896	384	70%	75.264	0,90	0,87	6,0	10	81,97	0%	81,97	0,002409	0,003149	0,19	-
Kabeltrek	Liermachine	-	4800 m	35 m/u	120	137 U	137	70%	30%	96	41	20%	2.304	0,90	1,1	6,0	10	4,75	0%	4,75	0,002710	0,003149	0,01	-
Kabelhaspel transport	Vrachttransport	Volvo Fh			350	72 BEW	72																	72,0
Transporten tbv ophoging	Zandvrachtwagen	Ginaf (23 ton laadcapaciteit)			315	3080 BEW	3080													-				3.080,0
Kranen tbv verspreiden grond tbv ophoging	Rupsgraafmachine	Liebherr R96			120	7 W	280	70%	30%	196	84	70%	16.464	0,90	0,87	6,0	10	17,93	0%	17,93	0,002409	0,003149	0,04	-
Totaal converterstation																		464,8		464,8			0,8	54.092
																								9.092,00
Alternatief Beta (incl. paralelligging op zee; 2x2 gebundelde aanleg, post lay-burial)																								
Kabeltracé offshore																								
Baggeren Beta (baggeren)	Hopper (baggeren)	Lange Wapper	5566000 m3	1,82 kg BS/m3									10.130.120	49,0	g NOx/kg Brandst.			496.375,88	80%	99.275,18				
Baggerschepen varen (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Lange Wapper	5566000 m3		14.000	2.783 U	2.783					60%	23.377.200	39,20				916.269,35	80%	183.253,87				
Aanleg kabel Beta (136,5km)	Kabellegschip 1	Leonardo da Vinci	136500 m	500 m/u	20.000	273 U	273					85%	4.641.000	9,4				43.640,23	0%	43.640,23				
	Kabellegschip 2	Leonardo da Vinci	136500 m	500 m/u	20.000	273 U	273					85%	4.641.000	9,4				43.640,23	0%	43.640,23				
	Trenchingsupport vessel 1	Olympic Zeus	136500 m	250 m/u	10.000	546 U	546					85%	4.641.000	9,4				43.640,23	0%	43.640,23				
	Trenchingsupport vessel 2	Olympic Zeus	136500 m	250 m/u	10.000	546 U	546					85%	4.641.000	9,2				42.715,79	0%	42.715,79				
	Guard vessel	OFS Fenny	6		900	3.276 U	3.276					60%	1.769.040	9,4				16.634,63	0%	16.634,63				
Kruising kabel Beta (20 stuks)	Fall pipe vessel	Braveness	20 -	14 u	10.000	280 U	280					70%	1.960.000	9,4				18.430,26	0%	18.430,26				
Joint kabel Beta (4 stuks)	Kabellegschip	Leonardo da Vinci	4 -	120 u	20.000	480 U	480					60%	5.760.000	9,4				54.162,41	0%	54.162,41				
Totaal baggeren offshore																		**1.412.645,2**		**282.529,0**				
Totaal IMO Tier II offshore																		**262.863,8**		**262.863,8**				
Totaal NOx-emissie offshore																		**1.675.509,0**		**545.393**				
Kabeltracé nearshore (post lay-burial)																			per bron	272.696				
Baggeren Beta (baggeren)	Hopper (baggeren)	Lange Wapper	300000 m3	1,82 kg BS/m3									546.000	49,0	g NOx/kg Brandst.			26.754,00	80%	5.350,80				
Baggerschepen varen (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Lange Wapper	300000 m3		14.000	150 U	150					60%	1.260.000	39,20				49.385,70	80%	9.877,14				
Aanleg kabel Beta (9,5 km)	Kabellegschip	ref. TenneT	9500 m	150 m/u	20.000	63 U	63					85%	1.076.667	9,4				10.124,11	0%	10.124,11				
	Trenchingsupport vessel	ref. TenneT	9500 m	65 m/u	10.000	146 U	146					85%	1.242.308	9,4				11.681,66	0%	11.681,66				
	Guard vessel	OFS Fenny	2		900	292 U	292					60%	157.846	9,4				1.484,26	0%	1.484,26				
Totaal baggeren nearshore																		**76.139,7**		**15.227,9**				
Totaal IMO Tier II nearshore																		**23.290,0**		**23.290,0**				
Totaal NOx-emissie nearshore																		**99.429,7**		**38.518**				
Onshore DC-kabeltracé (7.5 km, via zuidkant Slufter) + evt verbinding tussen converter en 380 kV-station																								
Transitiemof 1	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	4 W	40	70%	30%	28	12	70%	2.352	0,90	0,87	6,0	10	2,56	0%	2,56	0,002409	0,003149	0,01	
mof 2	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 3	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 4	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 5	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 6	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 7	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	
mof 8	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	588	0,90	0,87	6,0	10	0,64	0%	0,64	0,002409	0,003149	0,00	

Kabelhaspel transport	Vrachttransport	Volvo Fh	27069 m		350	28 BEW	28																28
Boren (HDD)	Boorinstallatie	Boring (max 80-150 ton)	10,5		300	5 W	2100	80%	20%	1.680	420	50%	252.000	0,90	1,1	15,0	10	312,48	0%	312,48	0,002409	0,003149	0,63	
Persboringen	Boorinstallatie	Boring (max 80-150 ton)	13,5		300	0,6 W	324	80%	20%	259	65	50%	38.880	0,90	1,1	15,0	11	49,18	0%	49,18	0,002409	0,003149	0,10	
Boren - transport buis	Vrachttransport	Volvo Fh	6		350	12 BEW	12																12
Kabeltrek (gehele landtracé)	Liermachine	-	27069 m	35 m/u	150	773 U	773	70%	30%	541	232	20%	16.241	0,90	1,1	7,5	10	33,48	0%	33,48	0,002409	0,003149	0,04	
Sleuf graven plat vlak (incl mof ruimte) (1,6 km)	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	7477 m	5 m/u	120	1495,4 U	1495,4	70%	30%	1.047	449	70%	87.930	0,90	0,87	6,0	10	95,77	0%	95,77	0,002409	0,003149	0,22	
Transport naar gronddepot	Vrachttransport	Volvo	3589 m3	50 m3/u	350	239 BEW	239																239
Sleuf dichten plat vlak	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	7477 m	6,25 m/u	120	1196,32 U	1196,32	70%	30%	837	359	70%	70.344	0,90	0,87	6,0	10	76,61	0%	76,61	0,002409	0,003149	0,18	
Testen en montage eindsluiting	Vrachttransport	Volvo Fh	6 st	8 u/st	350	12 U	12																12
Totaal onshore kabeltracé																		574,6		**574,6**		**1,18**	**291**
Totaal onshore kabeltracé excl. HDD- en persboringen																				**212,9**		**0,46**	
HDD-broingen																				**312,5**		**0,63**	
Persboringen																				**49,18**		**0,10**	

BIJLAGE C UITGANGSPUNTEN AERIUS-BEREKENINGEN GEBRUIKSFASE – SCENARIO 1 EN 2 (EXCLUSIEF WEGVERKEER)

Platform exploitatiefase

Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mo		brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Helideck op platform													
Gebruik helicopter													
Exploitatiefase platform gebruik van helicopter voor onderhoud	Helicopter (crew transfer)	Helicopter type AW139	1	35	3.000	35	U	77	423	8,4	11,4	**23**	**169**

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0,75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/16km]
Gebruik exploitatiefase schepen icm met onderhoud per helicopter															
Varende schepen															
Exploitatiefase platform bevoorradingschip vanwege onderhoud per helicopter (varen)	Bevoorradingsschip (SOV)		1	4	8	10	19	75	32	U	465	49,0	**720**	**7,2**	**153,5**
Onderhoud kabel **Alpha**, offshore en nearshore	Fugro Helmert		1	2	4	5	10	151	64	U	172	49,0	**536**		
Onderhoud kabel **Alpha**, inshore	Fugro Helmert		1	2	4	5	10	12	5	U	172	49,0	**43**		
Onderhoud kabel **Beta**	Fugro Helmert		1	2	4	5	10	146	61	U	172	49,0	**518**		
Stationair schepen				**Aantal bezoeken**	**Stationair draaien [uren/bezoek]**				**totaal stationair [uren/jaar]**						
Schip draait stationiair (SOV)	Bevoorradingsschip (SOV)		1	4	**1,5**	nvt	nvt	nvt	6	U	284	49,0	**83**		

Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0,75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/16km]
Helideck op platform															
Gebruik helicopter															
Varende schepen															
Exploitatiefase platform bevoorradings- en crewschip (W2WV) vanwege onderhoud per boot	Bevoorradings- en crewschip (W2WV-Olympic Delta)		1	4	8	11,4	22	75	28	U	404	49,0	**548**	**5,5**	**117,0**
Onderhoud kabel **Alpha**	Fugro Helmert		1	2	4	5	10	151	64	U	172	49,0	**536**		
Onderhoud kabel **Beta**	Fugro Helmert		1	2	4	5	10	146	61	U	172	49,0	**518**		
Stationair schepen				**Aantal bezoeken**	**Stationair draaien [uren/bezoek]**				**totaal stationair [uren/jaar]**						
Schip draait stationiair (W2WV)	Bevoorradings- en crewschip (W2WV-Olympic Delta)		1	4	**5,5**	nvt	nvt	nvt	**22**	U	200	49,0	216		

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mo		brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Helideck op platform													
Gebruik exploitatiefase schepen icm met onderhoud per helicopter													
Exploitatiefase platform helicopter vanwege onderhoud per schip	Helicopter	Helicopter type AW139	1	10	3.000	10	U	77	423	8,4	11,4	**6**	**48**

Landstation exploitatiefase

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	
Algemene transport bewegingen	Personentransport	VW transporter			105	100	BEW

Overzicht invoer Aerius

Activiteit/emissiebron	Alpha [kg NOx/jaar]		Beta [kg NOx/jaar]	
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 1	Scenario 2
Helikopter platform op zee LTO-cycli	22,6	6,5	22,6	6,5
Helikopter platform op land LTO-cycli	22,6	6,5	22,6	6,5
Helikopter vliegen (Cruise mode)	168,8	48,2	168,8	48,2
Bevoorradingsschepen (SOV/W2WV) haven-hoofdroute (0.75km)	7,2	5,5	7,2	5,5
Bevoorradingsschepen (SOV/W2WV) hoofdroute-platform (16km)	153	117	153	117
onderhoud kabel, offshore en nearshore	536	536	518	518
onderhoud kabel, inshore (alleen Alpha)	43	43	--	--
Schepen stationiair (SOV/W2WV)	83,5	216	83	216
Algemene transport bewegingen	100 bew	100 bew	100 bew	100 bew
Totaal ecxl. transportbewegingen	**1037**	**978**	**976**	**917**

BIJLAGE D AERIUS-BEREKENINGEN 1X4 AANLEGFASE

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening VER Beta MVL2 - Reductie

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
TenneT TSO BV	Noordzee, - Maasvlakte 2

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
VER IJmuiden Beta	S3dRmAANA9TQ

Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
26 juli 2021, 14:01	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	525,51 ton/j
NH3	3,87 kg/j

Resultaten

Hectare met hoogste bijdrage (mol/ha/j)

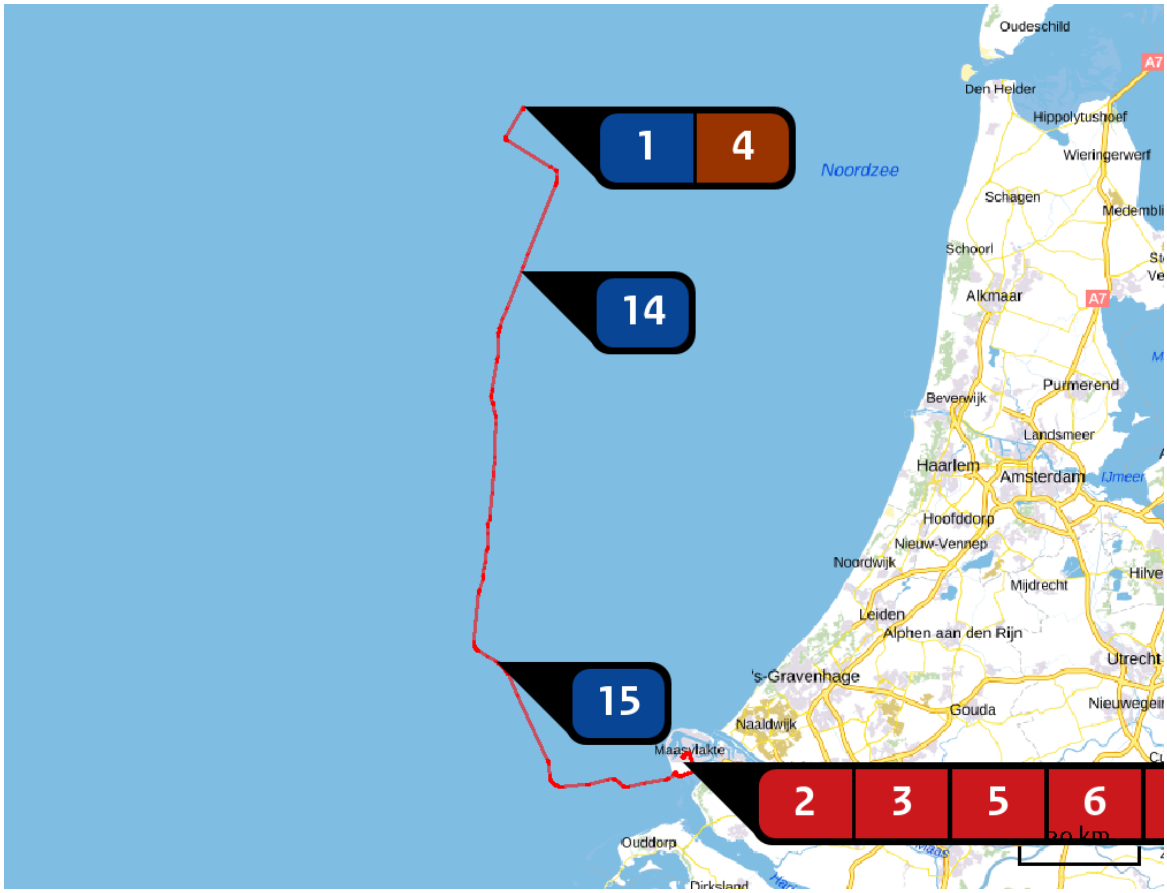
Natuurgebied	Bijdrage
Voornes Duin	0,77

Toelichting

N-depositie t.g.v. realisatiefase van IJMuiden VER Beta MVL2 (situatie met reductie)

Locatie

VER Beta MVL2 - Reductie



Emissie

VER Beta MVL2 - Reductie

Bron Sector			Emissie NH3	Emissie NOx
1	NCP	Jacketplatform Alpha Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	63,25 ton/j
2		Wegverkeer Onshore converterstation + DC-kabeltracé Wegverkeer | Buitenwegen	1,93 kg/j	47,90 kg/j
3		onshore converterstation Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	465,00 kg/j
4		Helikopter Luchtverkeer | Taxiën	-	468,00 kg/j
5		HDD boring L3 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	104,20 kg/j
6		persboringen L4 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
7	Onshore DC-kabeltracé Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	213,00 kg/j
8	HDD boring L1 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	104,20 kg/j
9	HDD boring L2 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	104,20 kg/j
10	persboringen L1 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j
11	persboringen L2 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j
12	persboringen L3 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j
13	MVL2 nearshore Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route	-	38,52 ton/j
14	MVL2 offshore deel II Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	211,09 ton/j
15	MVL2 offshore deel I Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	211,09 ton/j

Resultaten stikstof gevoelige Natura 2000 gebieden (mol/ha/j)

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Voornes Duin	0,77	
Voordelta	0,73	0,44
Solleveld & Kapittelduinen	0,67	
Duinen Goeree & Kwade Hoek	0,57	
Westduinpark & Wapendal	0,55	
Grevelingen	0,53	
Meijendel & Berkheide	0,52	
Kennemerland-Zuid	0,48	
Schoorlse Duinen	0,47	
Noordhollands Duinreservaat	0,47	
Kop van Schouwen	0,44	
Duinen Den Helder-Callantsoog	0,43	
Zwanenwater & Pettemerduinen	0,42	
Duinen en Lage Land Texel	0,42	
Coepelduynen	0,37	
Duinen Vlieland	0,35	
Manteling van Walcheren	0,32	
Polder Westzaan	0,31	0,28
Naardermeer	0,31	
Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	0,30	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Oostelijke Vechtplassen	0,30	
Krammer-Volkerak	0,30	
Duinen Terschelling	0,29	
Waddenzee	0,29	
Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	0,28	0,27
Oosterschelde	0,26	
Botshol	0,26	
Biesbosch	0,26	
Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	0,26	
Brabantse Wal	0,24	
Duinen Ameland	0,23	
Weerribben	0,22	
Lingegebied & Diefdijk-Zuid	0,22	
Veluwe	0,22	
Noordzeekustzone	0,22	0,19
Eilandspolder	0,21	
Kolland & Overlangbroek	0,21	
De Wieden	0,21	
Rottige Meenthe & Brandemeer	0,20	
Langstraat	0,20	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Alde Feanen	0,20	
Ulvenhoutse Bos	0,20	
IJsselmeer	0,20	-
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen	0,20	
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	0,20	
Holtingerveld	0,19	
Duinen Schiermonnikoog	0,19	
Wijnjeterper Schar	0,19	
Rijntakken	0,18	
Dwingelderveld	0,18	
Fochteloërveen	0,18	
Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving	0,18	-
Norgerholt	0,18	
Bakkeveense Duinen	0,17	
Kampina & Oisterwijkse Vennen	0,17	
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem	0,17	0,16
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek	0,17	
Regte Heide & Riels Laag	0,17	
Zouweboezem	0,17	
Uiterwaarden Lek	0,17	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Westerschelde & Saeftinghe	0,17	
Drentsche Aa-gebied	0,16	
Kempenland-West	0,16	
Vecht- en Beneden-Reggegebied	0,16	
Mantingerbos	0,16	
Yerseke en Kapelse Moer	0,16	
Mantingerzand	0,16	
Van Oordt's Mersken	0,16	
Sallandse Heuvelrug	0,16	
Boetelerveld	0,16	
Witterveld	0,16	
Landgoederen Brummen	0,16	
Groote Wielen	0,15	-
Drouwenerzand	0,15	
Elperstroomgebied	0,15	
Zwin & Kievittepolder	0,15	
Borkeld	0,15	
Wierdense Veld	0,14	
Olde Maten & Veerslootslanden	0,14	
Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht	0,14	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Engbertsdijksvenen	0,14	
Binnenveld	0,14	
Sint Jansberg	0,14	
Lieftinghsbroek	0,13	
Springendal & Dal van de Mosbeek	0,13	
Bargerveen	0,13	
Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek	0,13	
Maasduinen	0,13	
Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux	0,13	
Stelkampsveld	0,13	
Zeldersche Driessen	0,13	
Lemselermaten	0,12	
Landgoederen Oldenzaal	0,12	
Strabrechtse Heide & Beuven	0,12	
Zwarte Meer	0,12	-
Lonnekermeer	0,12	
Bergvennen & Brecklenkampse Veld	0,12	
Buurserzand & Haaksbergerveen	0,12	
Deurnsche Peel & Mariapeel	0,12	
Boschhuizerbergen	0,12	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Korenburgerveen	0,12	
Dinkelland	0,12	
Witte Veen	0,12	
De Bruuk	0,11	
Bekendelle	0,11	
Vogelkreek	0,11	-
Weerter- en Budelerbergen & Ringselven	0,11	
Aamsveen	0,11	
Groote Gat	0,11	
Willinks Weust	0,11	
Groote Peel	0,11	
Canisvliet	0,11	
Leudal	0,10	
Wooldse Veen	0,10	
Swalmdal	0,09	
Meinweg	0,09	
Roerdal	0,09	
Oeffelter Meent	0,09	
Sarsven en De Banen	0,08	
Geleenbeekdal	0,08	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Bunder- en Elslooërbos	0,08	
Brunssummerheide	0,08	
Geuldal	0,08	
Sint Pietersberg & Jekerdal	0,08	
Savelsbos	0,08	
Bemelerberg & Schiepersberg	0,08	
Noorbeemden & Hoogbos	0,07	
Kunderberg	0,07	
Maas bij Eijsden	0,04	-

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Resultaten per habitattype (mol/ha/j)

voor de 10 stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden met het hoogste resultaat

Voornes Duin

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,77	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,76	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,75	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,74	
H2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,74	
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,74	
H2160 Duindoornstruwelen	0,74	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,74	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,67	
H2120 Witte duinen	0,66	
H2190Ae Vochtige duinvalleien (open water), (matig) eutrofe vormen	0,60	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,33	

Voordelta

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	0,73	0,44
H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0,73	-
H2110 Embryonale duinen	0,73	0,42
H1320 Slijkgrasvelden	0,71	-
H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	0,43	-
ZGH2110 Embryonale duinen	0,18	

Solleveld & Kapittelduinen

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,67	
H2160 Duindoornstruwelen	0,64	
H2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,62	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,61	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,60	
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,58	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,57	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,56	
ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,55	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,54	
H2190Ae Vochtige duinvalleien (open water), (matig) eutrofe vormen	0,53	0,33
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,52	
ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,50	
H2120 Witte duinen	0,39	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,37	
ZGH2120 Witte duinen	0,35	
H2110 Embryonale duinen	0,35	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,34	

Duinen Goeree & Kwade Hoek

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2160 Duindoornstruwelen	0,57	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,57	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,55	
H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	0,51	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,48	
H2120 Witte duinen	0,44	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,42	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,42	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,41	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,41	
H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	0,40	
H2110 Embryonale duinen	0,31	0,30
H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0,28	-

Westduinpark & Wapendal

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,55	
H2160 Duindoornstruwelen	0,55	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,53	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,49	
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,49	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,49	
H2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,49	
H2120 Witte duinen	0,47	

Grevelingen

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2160 Duindoornstruwelen	0,53	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,51	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,47	
H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	0,46	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,45	
H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0,37	
H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	0,30	

Meijendel & Berkheide

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,52	
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,51	
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,51	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,51	
H2160 Duindoornstruwelen	0,51	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,50	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,50	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,49	
H2120 Witte duinen	0,49	
ZGH2160 Duindoornstruwelen	0,49	
ZGH2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,45	
ZGH2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,45	
ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,45	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,44	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,42	
H2190Ae Vochtige duinvalleien (open water), (matig) eutrofe vormen	0,41	
ZGH2180B Duinbossen (vochtig)	0,40	
ZGH2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,39	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,34	

Kennemerland-Zuid

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,48	
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,47	
H2160 Duindoornstruwelen	0,47	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,47	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,46	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,46	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,45	
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,44	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,44	
ZGH2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,44	
ZGH2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,43	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,43	
H2120 Witte duinen	0,43	
ZGH2160 Duindoornstruwelen	0,43	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,41	
H2190A Vochtige duinvalleien (open water)	0,40	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,40	
ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,37	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,36	

Kennemerland-Zuid

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,33	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,32	
H2110 Embryonale duinen	0,29	
ZGH2190A Vochtige duinvalleien (open water)	0,28	
ZGH2170 Kruipwilgstruwelen	0,28	-
H9999:88 Habitattype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H2130B;H2130C).	0,27	
ZGH2120 Witte duinen	0,27	

Schoorlse Duinen

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,47	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,46	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,46	
H2140B Duinheiden met kraaihei (droog)	0,45	
H2140A Duinheiden met kraaihei (vochtig)	0,44	
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,43	
H2120 Witte duinen	0,42	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,42	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,42	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,42	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,39	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,38	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,36	
H2160 Duindoornstruwelen	0,30	
H2110 Embryonale duinen	0,29	

Noordhollands Duinreservaat

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,47	
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,46	
H2190A Vochtige duinvalleien (open water)	0,46	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,46	
H2140B Duinheiden met kraaihei (droog)	0,46	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,46	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,46	
ZGH2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,45	
ZGH2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,45	
H2120 Witte duinen	0,45	
H2160 Duindoornstruwelen	0,45	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,45	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,45	
H2140A Duinheiden met kraaihei (vochtig)	0,45	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,45	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,45	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,45	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,37	
H7210 Galigaanmoerassen	0,34	

Noordhollands Duinreservaat

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H6410 Blauwgraslanden	0,34	

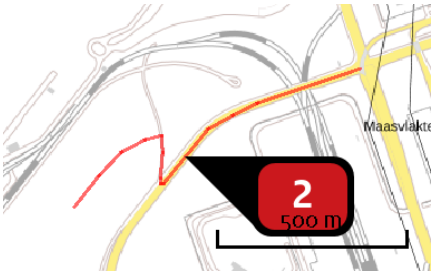
* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Emissie (per bron)

VER Beta MVL2 - Reductie

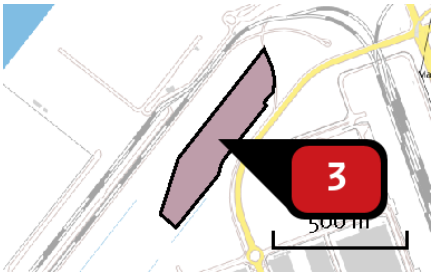


Naam	Jacketplatform Alpha
Locatie (X,Y)	33604, 549017
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	63,25 ton/j



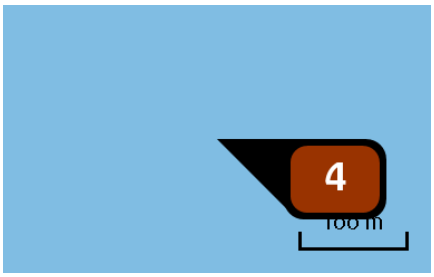
Naam	Wegverkeer Onshore converterstation + DC-kabeltracé
Locatie (X,Y)	60645, 441132
NOx	47,90 kg/j
NH3	1,93 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	45.000,0 / jaar	NOx	12,01 kg/j
			NH3	1,16 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	9.383,0 / jaar	NOx	35,89 kg/j
			NH3	< 1 kg/j

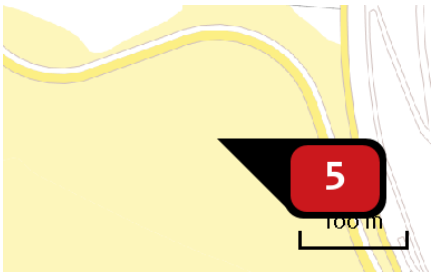


Naam	onshore converterstation
Locatie (X,Y)	60367, 440972
NOx	465,00 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	dieselmaterieel	4,0	4,0	0,1	NOx	465,00 kg/j
					NH3	< 1 kg/j

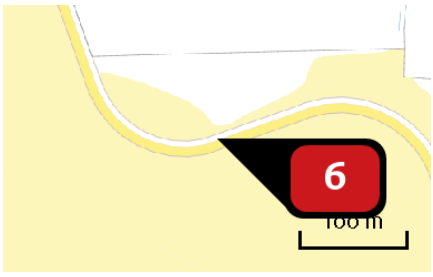


Naam	Helikopter
Locatie (X,Y)	33604, 549017
Uitstoothoogte	15,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	468,00 kg/j



Naam	HDD boring L3
Locatie (X,Y)	58806, 437961
NOx	104,20 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	104,20 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



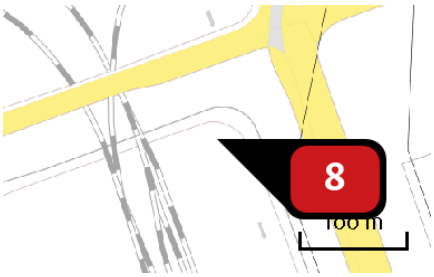
Naam	persboringen L4
Locatie (X,Y)	58691, 438029
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



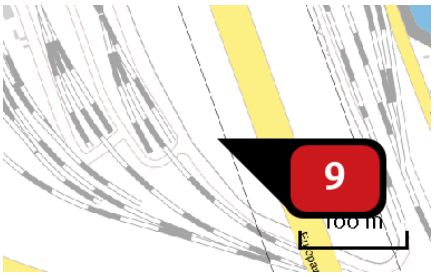
Naam	Onshore DC-kabeltracé
Locatie (X,Y)	61948, 438835
NOx	213,00 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	dieselmaterieel	4,0	4,0	0,0	NOx	213,00 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



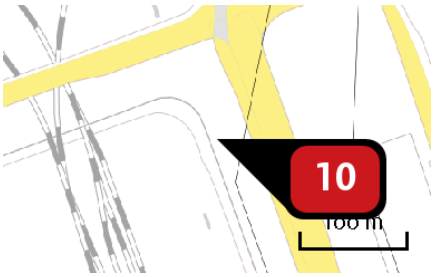
Naam	HDD boring L1
Locatie (X,Y)	61054, 441264
NOx	104,20 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	104,20 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



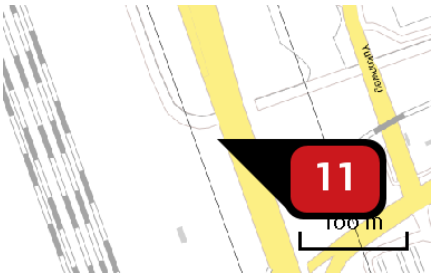
Naam	HDD boring L2
Locatie (X,Y)	61941, 438886
NOx	104,20 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	104,20 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



Naam	persboringen L1
Locatie (X,Y)	61106, 441256
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



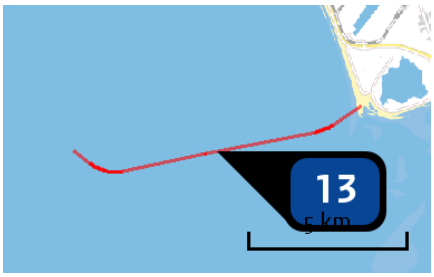
Naam	persboringen L2
Locatie (X,Y)	61231, 440971
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j

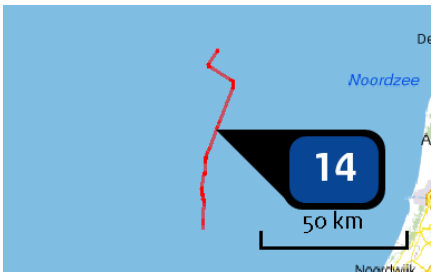


Naam	persboringen L3
Locatie (X,Y)	61304, 440691
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



Naam	MVL2 nearshore
Locatie (X,Y)	54055, 436221
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	38,52 ton/j



Naam	MVL2 offshore deel II
Locatie (X,Y)	33152, 521453
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	211,09 ton/j



Naam	MVL2 offshore deel I
Locatie (X,Y)	29130, 456348
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	211,09 ton/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS	versie 2020_20210525_2040287d5b
Database	versie 2020_20210713_c09c249ebe

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020

BIJLAGE E AERIUS-BEREKENINGEN 2X2 AANLEGFASE

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening VER Beta MVL2 - 2x2 bundeling - Reductie

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
TenneT TSO BV	Noordzee, - Maasvlakte 2

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
VER IJmuiden Beta - 2x2 bundeling	S6bdCezcg89p

Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
26 juli 2021, 14:05	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	648,72 ton/j
NH3	3,87 kg/j

Resultaten

Hectare met hoogste bijdrage (mol/ha/j)

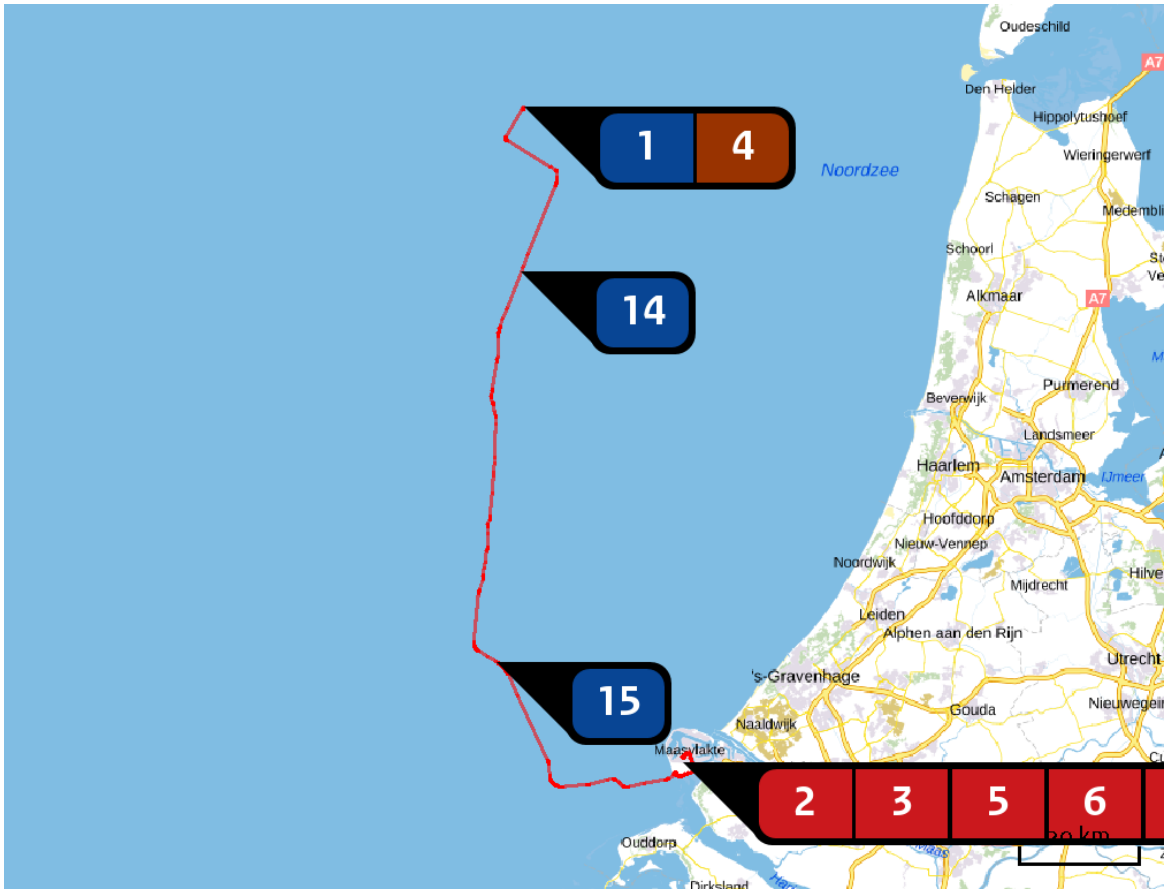
Natuurgebied	Bijdrage
Voornes Duin	0,91

Toelichting

N-depositie t.g.v. realisatiefase van IJMuiden VER Beta MVL2 (Reductie)

Locatie

VER Beta MVL2 - 2x2 bundeling - Reductie



Emissie

VER Beta MVL2 - 2x2 bundeling - Reductie

Bron Sector			Emissie NH3	Emissie NOx
1	NCP	Jacketplatform Alpha Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	63,25 ton/j
2		Wegverkeer Onshore converterstation + DC-kabeltracé Wegverkeer | Buitenwegen	1,93 kg/j	47,90 kg/j
3		onshore converterstation Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	465,00 kg/j
4		Helikopter Luchtverkeer | Taxiën	-	468,00 kg/j
5		HDD boring L3 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	104,20 kg/j
6		persboringen L4 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
7	Onshore DC-kabeltracé Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	213,00 kg/j
8	HDD boring L1 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	104,20 kg/j
9	HDD boring L2 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	104,20 kg/j
10	persboringen L1 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j
11	persboringen L2 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j
12	persboringen L3 Mobiele werktuigen | Bouw en Industrie	< 1 kg/j	12,30 kg/j
13	MVL2 nearshore Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route	-	38,52 ton/j
14	MVL2 offshore deel II Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	272,70 ton/j
15	MVL2 offshore deel I Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	272,70 ton/j

Resultaten stikstof gevoelige Natura 2000 gebieden (mol/ha/j)

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Voornes Duin	0,91	
Voordelta	0,82	0,51
Solleveld & Kapittelduinen	0,80	
Duinen Goeree & Kwade Hoek	0,68	
Westduinpark & Wapendal	0,68	
Grevelingen	0,64	
Meijendel & Berkheide	0,63	
Kennemerland-Zuid	0,59	
Schoorlse Duinen	0,58	
Noordhollands Duinreservaat	0,58	
Kop van Schouwen	0,54	
Duinen Den Helder-Callantsoog	0,53	
Zwanenwater & Pettemerduinen	0,52	
Duinen en Lage Land Texel	0,52	
Coepelduynen	0,46	
Duinen Vlieland	0,43	
Manteling van Walcheren	0,40	
Polder Westzaan	0,39	0,35
Naardermeer	0,38	
Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	0,37	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Oostelijke Vechtplassen	0,37	
Krammer-Volkerak	0,36	
Duinen Terschelling	0,36	
Waddenzee	0,36	
Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	0,34	0,33
Oosterschelde	0,33	
Botshol	0,32	
Biesbosch	0,32	
Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	0,32	
Brabantse Wal	0,29	
Duinen Ameland	0,28	
Weerribben	0,28	
Lingegebied & Diefdijk-Zuid	0,27	
Veluwe	0,27	
Noordzeekustzone	0,27	0,23
Eilandspolder	0,26	
Kolland & Overlangbroek	0,26	
De Wieden	0,25	
Rottige Meenthe & Brandemeer	0,25	
Alde Feanen	0,25	0,24

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Langstraat	0,25	
Ulvenhoutse Bos	0,25	
IJsselmeer	0,25	-
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	0,25	
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen	0,24	
Holtingerveld	0,24	
Duinen Schiermonnikoog	0,24	
Wijnjeterper Schar	0,23	
Rijntakken	0,23	
Dwingelderveld	0,23	
Fochteloërveen	0,22	
Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving	0,22	-
Norgerholt	0,22	
Bakkeveense Duinen	0,21	
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem	0,21	0,19
Kampina & Oisterwijkse Vennen	0,21	
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek	0,21	
Regte Heide & Riels Laag	0,21	
Zouweboezem	0,21	0,20
Uiterwaarden Lek	0,21	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Westerschelde & Saeftinghe	0,20	
Drentsche Aa-gebied	0,20	
Kempenland-West	0,20	
Vecht- en Beneden-Reggegebied	0,20	
Mantingerbos	0,20	
Mantingerzand	0,20	
Van Oordt's Mersken	0,20	
Yerseke en Kapelse Moer	0,20	
Sallandse Heuvelrug	0,20	
Boetelerveld	0,20	
Witterveld	0,19	
Landgoederen Brummen	0,19	
Groote Wielen	0,19	-
Drouwenerzand	0,19	
Elperstroomgebied	0,18	
Zwin & Kievittepolder	0,18	
Borkeld	0,18	
Wierdense Veld	0,18	
Olde Maten & Veerslootslanden	0,17	
Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht	0,17	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Engbertsdijksvenen	0,17	
Binnenveld	0,17	
Sint Jansberg	0,17	
Lieftinghsbroek	0,16	
Springendal & Dal van de Mosbeek	0,16	
Bargerveen	0,16	
Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek	0,16	
Maasduinen	0,16	
Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux	0,16	
Stelkampsveld	0,16	
Zeldersche Driessen	0,16	
Lemselermaten	0,15	
Landgoederen Oldenzaal	0,15	
Zwarte Meer	0,15	-
Strabrechtse Heide & Beuven	0,15	
Lonnekermeer	0,15	
Bergvennen & Brecklenkampse Veld	0,15	
Buurserzand & Haaksbergerveen	0,15	
Deurnsche Peel & Mariapeel	0,15	
Boschhuizerbergen	0,15	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Korenburgerveen	0,15	
Dinkelland	0,14	
Witte Veen	0,14	
De Bruuk	0,14	
Bekendelle	0,14	
Vogelkreek	0,14	-
Weerter- en Budelerbergen & Ringselven	0,14	
Aamsveen	0,14	
Groote Gat	0,14	
Willinks Weust	0,13	
Canisvliet	0,13	
Groote Peel	0,13	
Leudal	0,12	
Wooldse Veen	0,12	
Swalmdal	0,12	
Meinweg	0,11	
Roerdal	0,11	
Oeffelter Meent	0,11	
Sarsven en De Banen	0,10	
Geleenbeekdal	0,10	

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Bunder- en Elslooërbos	0,10	
Brunssummerheide	0,10	
Geuldal	0,10	
Sint Pietersberg & Jekerdal	0,10	
Savelsbos	0,10	
Bemelerberg & Schiepersberg	0,10	
Noorbeemden & Hoogbos	0,09	
Kunderberg	0,09	
Maas bij Eijsden	0,05	-

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Resultaten per habitattype
(mol/ha/j)

voor de 10 stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden met het hoogste resultaat

Voornes Duin

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,91	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,90	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,88	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,88	
H2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,87	
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,87	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,87	
H2160 Duindoornstruwelen	0,87	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,78	
H2120 Witte duinen	0,78	
H2190Ae Vochtige duinvalleien (open water), (matig) eutrofe vormen	0,70	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,40	

Voordelta

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	0,82	0,51
H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0,80	-
H2110 Embryonale duinen	0,80	0,50
H1320 Slijkgrasvelden	0,79	-
H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	0,51	-
ZGH2110 Embryonale duinen	0,23	

Solleveld & Kapittelduinen

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,80	
H2160 Duindoornstruwelen	0,77	
H2180A0 Duinbossen (droog), overig	0,74	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,74	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,72	
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,70	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,69	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,68	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,66	
ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,66	
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,63	
H2190Ae Vochtige duinvalleien (open water), (matig) eutrofe vormen	0,63	0,40
ZGH2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,59	
H2120 Witte duinen	0,48	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,45	
ZGH2120 Witte duinen	0,43	
H2110 Embryonale duinen	0,42	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,41	

Duinen Goeree & Kwade Hoek

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2160 Duindoornstruwelen	0,68	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,68	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,67	
H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	0,61	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,58	
H2120 Witte duinen	0,53	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,51	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,51	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,50	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,50	
H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	0,49	
H2110 Embryonale duinen	0,38	0,37
H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0,34	-

Westduinpark & Wapendal

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,68	
H2160 Duindoornstruwelen	0,67	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,65	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,61	
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,61	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,59	
H2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,59	
H2120 Witte duinen	0,57	

Grevelingen

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2160 Duindoornstruwelen	0,64	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,63	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,57	
H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	0,56	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,55	
H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	0,45	
H1310B Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	0,37	

Meijendel & Berkheide

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,63	
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,63	
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,63	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,62	
H2160 Duindoornstruwelen	0,62	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,62	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,62	0,61
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,60	
H2120 Witte duinen	0,60	
ZGH2160 Duindoornstruwelen	0,60	
ZGH2180Ao Duinbossen (droog), overig	0,55	
ZGH2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,55	
ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,55	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,54	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,51	
H2190Ae Vochtige duinvalleien (open water), (matig) eutrofe vormen	0,50	
ZGH2180B Duinbossen (vochtig)	0,48	
ZGH2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,48	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,42	

Kennemerland-Zuid

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,59	
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,58	
H2160 Duindoornstruwelen	0,58	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,58	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,57	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,56	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,56	
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,54	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,54	
ZGH2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,54	
ZGH2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,54	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,53	
H2120 Witte duinen	0,53	
ZGH2160 Duindoornstruwelen	0,53	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,51	
H2190A Vochtige duinvalleien (open water)	0,49	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,49	
ZGH2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,46	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,45	

Kennemerland-Zuid

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,42	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,40	
H2110 Embryonale duinen	0,36	
ZGH2190A Vochtige duinvalleien (open water)	0,35	
ZGH2170 Kruipwilgstruwelen	0,34	-
ZGH2120 Witte duinen	0,34	
H9999:88 Habitattype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H2130B;H2130C).	0,34	

Schoorlse Duinen

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180Abe Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,58	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,57	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,56	
H2140B Duinheiden met kraaihei (droog)	0,56	
H2140A Duinheiden met kraaihei (vochtig)	0,55	
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,54	
H2120 Witte duinen	0,52	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,52	
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,52	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,52	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,49	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,47	
ZGH2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,44	
H2160 Duindoornstruwelen	0,37	
H2110 Embryonale duinen	0,36	

Noordhollands Duinreservaat

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,58	
H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,58	
H2190A Vochtige duinvalleien (open water)	0,58	
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,58	
H2140B Duinheiden met kraaihei (droog)	0,57	
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,57	
H2180B Duinbossen (vochtig)	0,57	
ZGH2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0,56	
ZGH2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,56	
H2120 Witte duinen	0,56	
H2160 Duindoornstruwelen	0,56	
Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	0,56	
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,56	
H2140A Duinheiden met kraaihei (vochtig)	0,56	
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,56	
H2170 Kruipwilgstruwelen	0,56	
H2150 Duinheiden met struikhei	0,55	
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,46	
H7210 Galigaanmoerassen	0,43	

Noordhollands Duinreservaat

Habitattype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H6410 Blauwgraslanden	0,42	

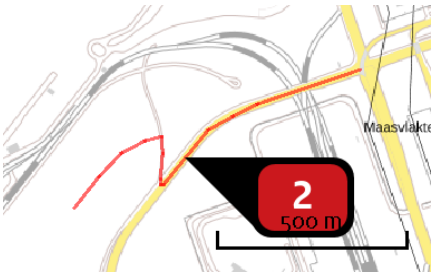
* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Emissie (per bron)

VER Beta MVL2 - 2x2 bundeling - Reductie

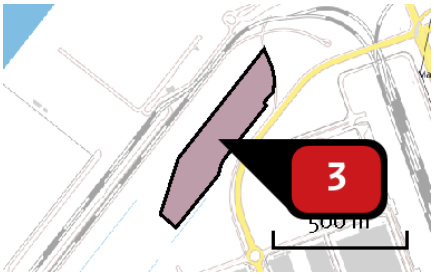


Naam	Jacketplatform Alpha
Locatie (X,Y)	33604, 549017
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	63,25 ton/j



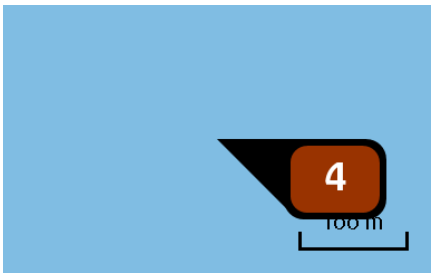
Naam	Wegverkeer Onshore converterstation + DC-kabeltracé
Locatie (X,Y)	60645, 441132
NOx	47,90 kg/j
NH3	1,93 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	45.000,0 / jaar	NOx	12,01 kg/j
			NH3	1,16 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	9.383,0 / jaar	NOx	35,89 kg/j
			NH3	< 1 kg/j

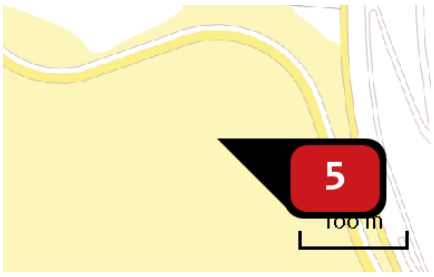


Naam	onshore converterstation
Locatie (X,Y)	60367, 440972
NOx	465,00 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	dieselmaterieel	4,0	4,0	0,1	NOx	465,00 kg/j
					NH3	< 1 kg/j

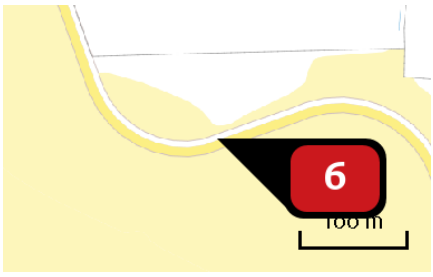


Naam	Helikopter
Locatie (X,Y)	33604, 549017
Uitstoothoogte	15,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	468,00 kg/j



Naam	HDD boring L3
Locatie (X,Y)	58806, 437961
NOx	104,20 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	104,20 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



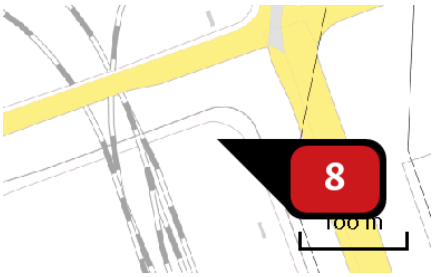
Naam	persboringen L4
Locatie (X,Y)	58691, 438029
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



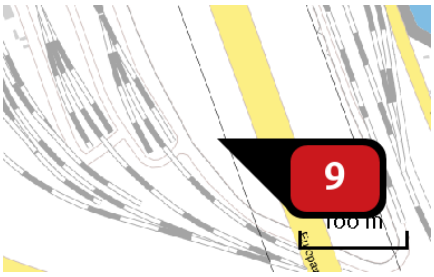
Naam	Onshore DC-kabeltracé
Locatie (X,Y)	61948, 438835
NOx	213,00 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	dieselmaterieel	4,0	4,0	0,0	NOx	213,00 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



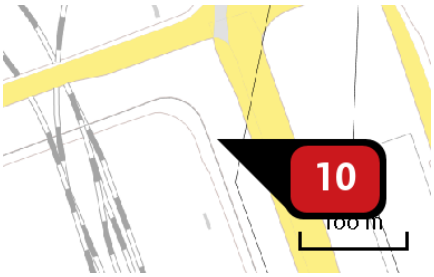
Naam	HDD boring L1
Locatie (X,Y)	61054, 441264
NOx	104,20 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	104,20 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



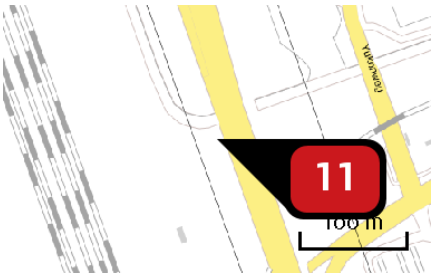
Naam	HDD boring L2
Locatie (X,Y)	61941, 438886
NOx	104,20 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	104,20 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



Naam	persboringen L1
Locatie (X,Y)	61106, 441256
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



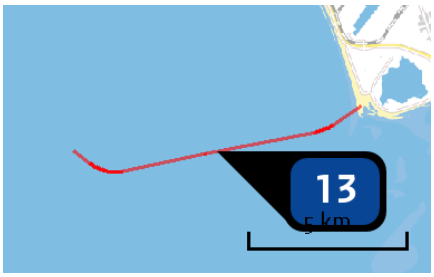
Naam	persboringen L2
Locatie (X,Y)	61231, 440971
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j

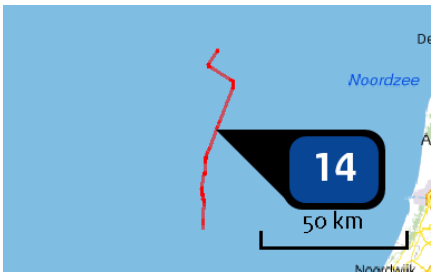


Naam	persboringen L3
Locatie (X,Y)	61304, 440691
NOx	12,30 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	boorinstallatie	4,0	4,0	0,0	NOx	12,30 kg/j
					NH3	< 1 kg/j



Naam	MVL2 nearshore
Locatie (X,Y)	54055, 436221
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	38,52 ton/j



Naam	MVL2 offshore deel II
Locatie (X,Y)	33152, 521453
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	272,70 ton/j



Naam	MVL2 offshore deel I
Locatie (X,Y)	29130, 456348
Uitstoothoogte	28,0 m
Warmteinhoud	2,640 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	272,70 ton/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS	versie 2020_20210525_2040287d5b
Database	versie 2020_20210713_c09c249ebe

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020

BIJLAGE F AERIUS-BEREKENINGEN GEBRUIKSFASE – SCENARIO 1

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening VER IJmuiden Beta MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
TenneT TSO BV	Noordzee, - Maasvlakte 2

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
VER IJmuiden Beta	RwkL7QTcTgwr

Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
15 oktober 2021, 20:24	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	975,23 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Resultaten

Hectare met hoogste bijdrage (mol/ha/j)

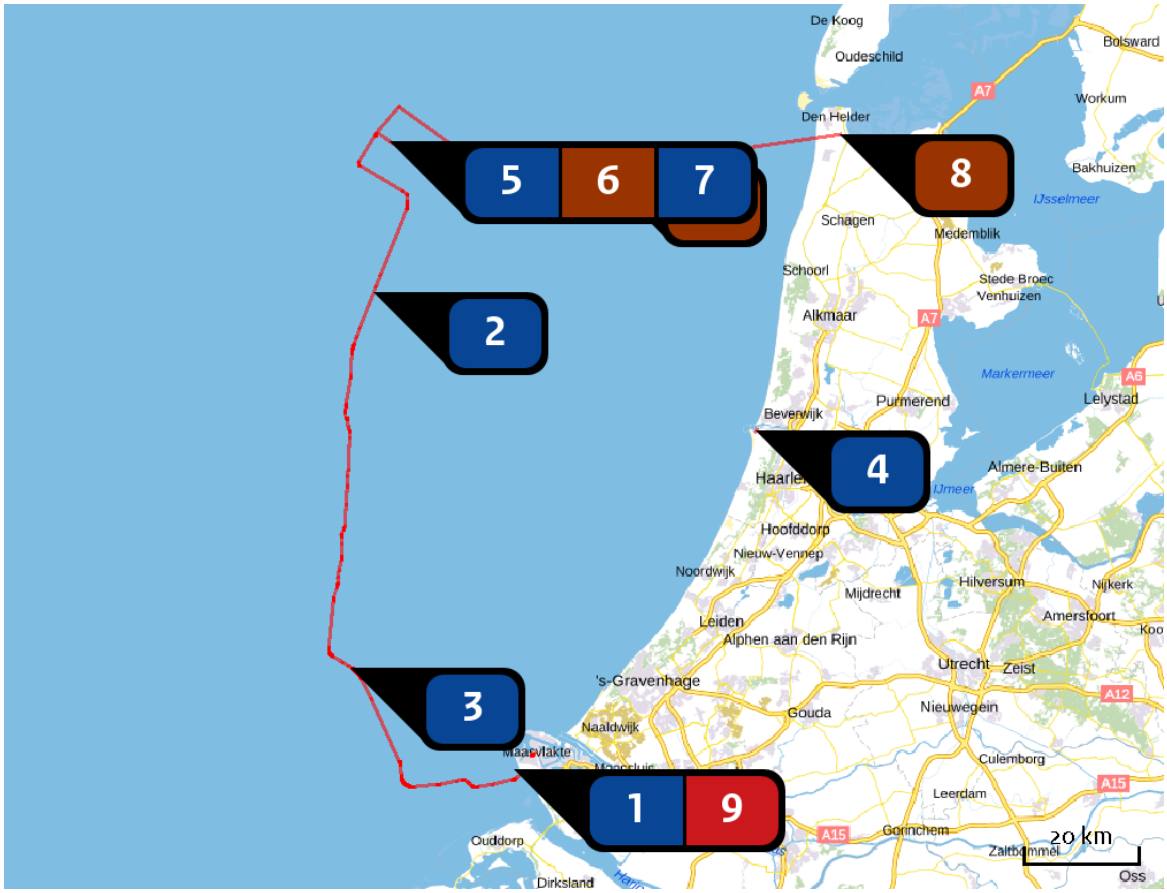
Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

N-depositie t.g.v. gebruiksfase van IJMuiden VER Beta MVL2 - Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Locatie

VER IJmuiden Beta MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot



Emissie

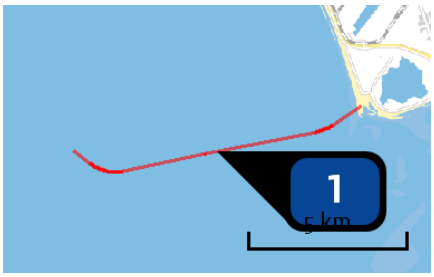
VER IJmuiden Beta MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
1	MVL2 onderhoud kabel nearshore Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route	-	34,00 kg/j
2	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	242,00 kg/j
3	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	242,00 kg/j
4	Transit, van haven tot hoofdvaarroute Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route	-	7,20 kg/j
5	Schepen stationiair bij platform(SOV/W2WV) Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats	-	83,00 kg/j
6	Helicopter platform op zee LTO-cycli Luchtverkeer | Taxiën	-	22,60 kg/j

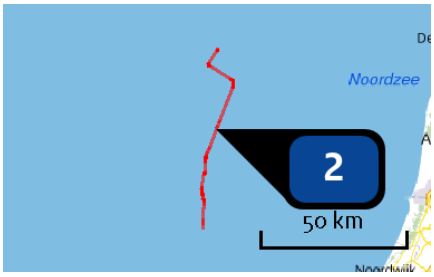
Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
7	Transit, hoofdvaarroute tot platform Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	153,00 kg/j
8	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli Luchtverkeer | Taxiën	-	22,60 kg/j
9	Personentransport naar converterstation Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
10	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee Luchtverkeer | Stijgen	-	168,80 kg/j

Emissie (per bron)

VER IJmuiden Beta MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot



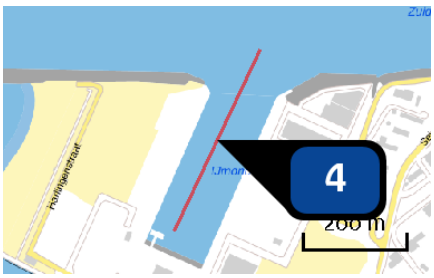
Naam	MVL2 onderhoud kabel nearshore
Locatie (X,Y)	54055, 436221
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	34,00 kg/j



Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II
Locatie (X,Y)	33152, 521453
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	242,00 kg/j



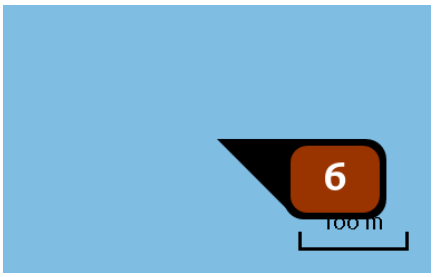
Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I
Locatie (X,Y)	29130, 456348
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	242,00 kg/j



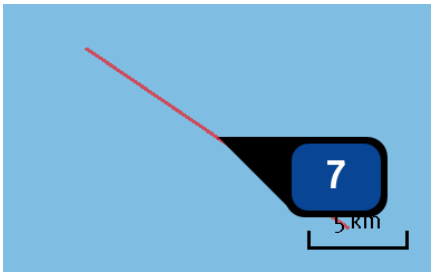
Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute
Locatie (X,Y)	99437, 497391
Uitstoothoogte	11,0 m
Warmteinhoud	0,397 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	7,20 kg/j



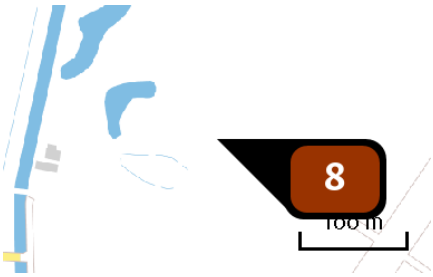
Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)
Locatie (X,Y)	33618, 549012
Uitstoothoogte	6,0 m
Warmteinhoud	0,017 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	83,00 kg/j



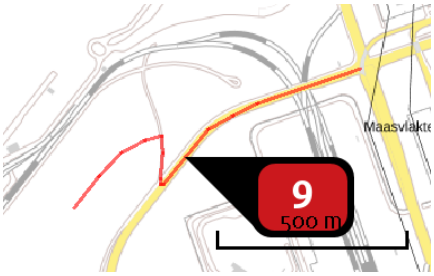
Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli
Locatie (X,Y)	33631, 548999
Uitstoothoogte	15,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	22,60 kg/j



Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform
Locatie (X,Y)	40524, 544477
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	153,00 kg/j

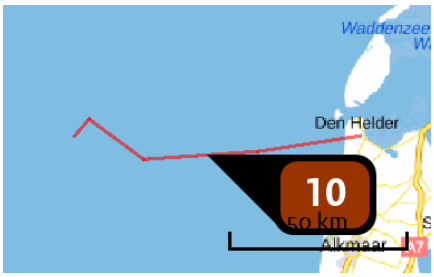


Naam	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli
Locatie (X,Y)	114080, 548814
Uitstoothoogte	15,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	22,60 kg/j



Naam	Personentransport naar converterstation
Locatie (X,Y)	60645, 441132
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	100,0 / jaar	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



Naam	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee
Locatie (X,Y)	71040, 543616
Uitstoothoogte	610,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	168,80 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS	versie 2020_20210525_2040287d5b
Database	versie 2020_20210713_c09c249ebe

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020

BIJLAGE G AERIUS-BEREKENINGEN GEBRUIKSFASE – SCENARIO 2

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening IJmuiden VER Beta MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
TenneT TSO BV	Noordzee, - Maasvlakte 2

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
VER IJmuiden Beta	RqDGhbPuPMSp

Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
18 oktober 2021, 10:03	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	917,73 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Resultaten

Hectare met hoogste bijdrage (mol/ha/j)

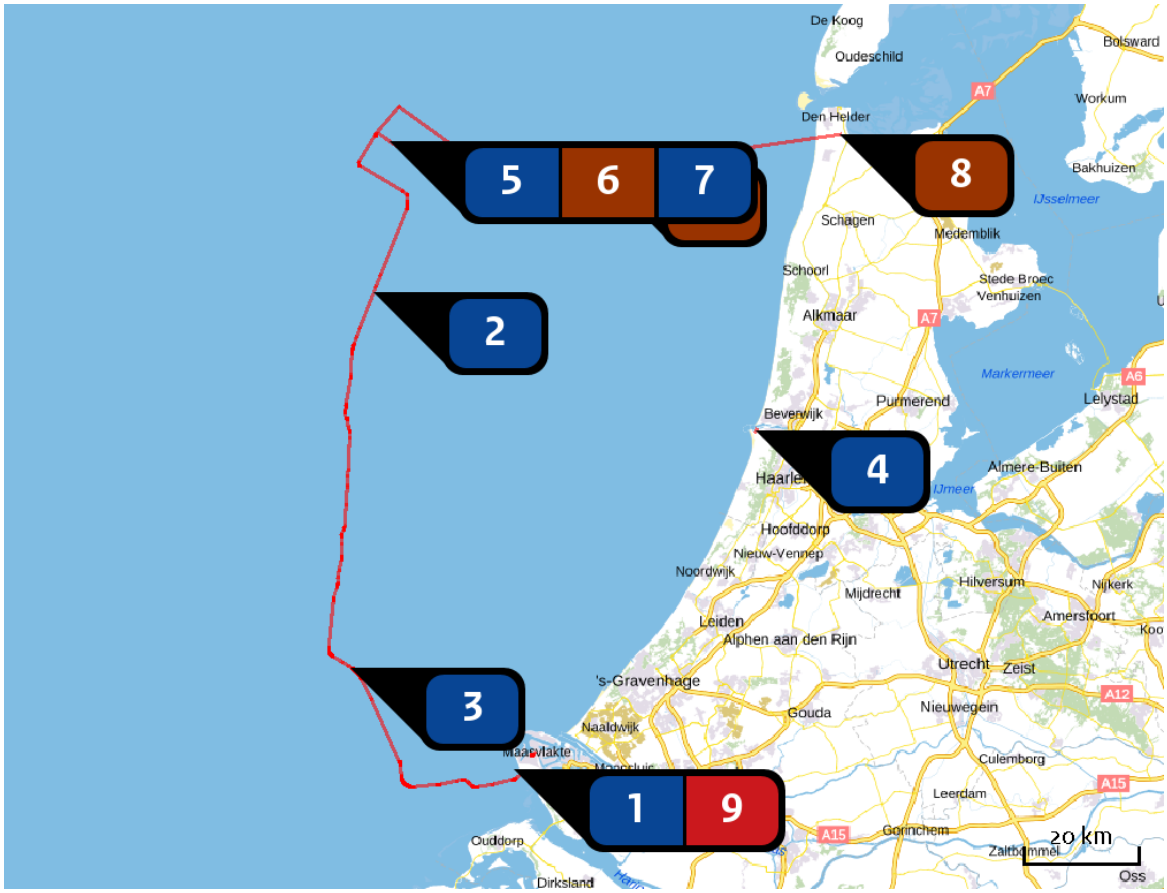
Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

N-depositie t.g.v. gebruiksfase van IJMuiden VER Beta MVL2 - Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

Locatie

IJmuiden VER Beta MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter



Emissie

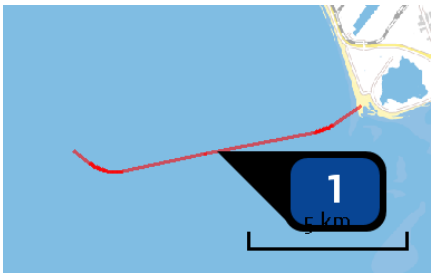
IJmuiden VER Beta MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
1	MVL2 onderhoud kabel nearshore Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route	-	34,00 kg/j
2	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	242,00 kg/j
3	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	242,00 kg/j
4	Transit, van haven tot hoofdvaarroute Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route	-	5,50 kg/j
5	Schepen stationiair bij platform(SOV/W2WV) Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats	-	216,00 kg/j
6	Helicopter platform op zee LTO-cycli Luchtverkeer | Taxiën	-	6,50 kg/j

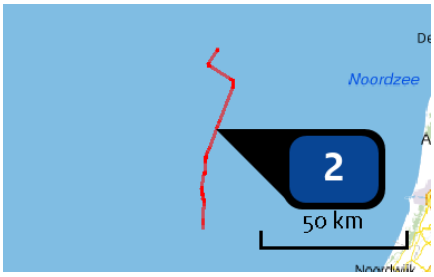
Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
7	Transit, hoofdvaarroute tot platform Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute	-	117,00 kg/j
8	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli Luchtverkeer | Taxiën	-	6,50 kg/j
9	Personentransport naar converterstation Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
10	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee Luchtverkeer | Stijgen	-	48,20 kg/j

Emissie (per bron)

IJmuiden VER Beta MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter



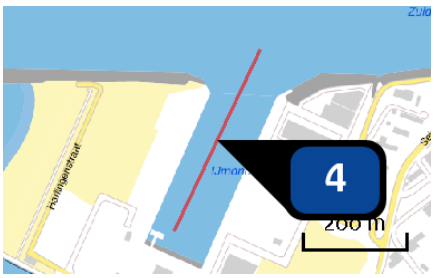
Naam	MVL2 onderhoud kabel nearshore
Locatie (X,Y)	54055, 436221
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	34,00 kg/j



Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II
Locatie (X,Y)	33152, 521453
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	242,00 kg/j



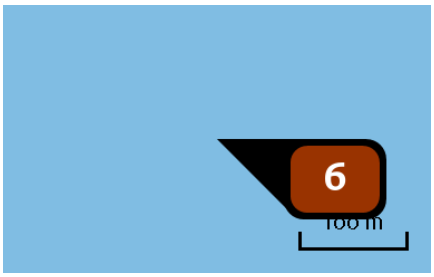
Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I
Locatie (X,Y)	29130, 456348
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	242,00 kg/j



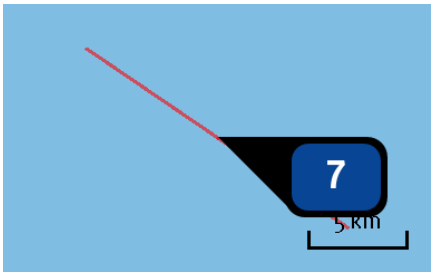
Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute
Locatie (X,Y)	99437, 497391
Uitstoothoogte	11,0 m
Warmteinhoud	0,397 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	5,50 kg/j



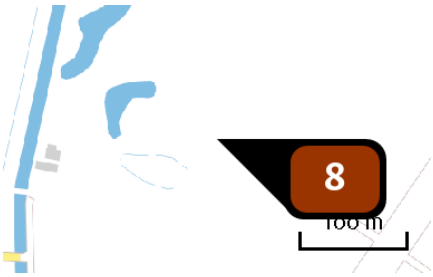
Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)
Locatie (X,Y)	33618, 549012
Uitstoothoogte	6,0 m
Warmteinhoud	0,017 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	216,00 kg/j



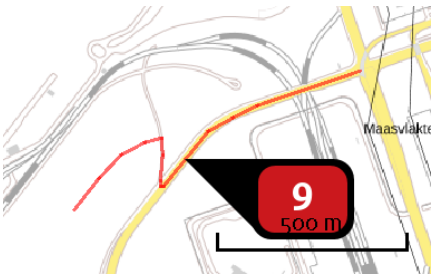
Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli
Locatie (X,Y)	33631, 548999
Uitstoothoogte	15,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	6,50 kg/j



Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform
Locatie (X,Y)	40524, 544477
Uitstoothoogte	12,0 m
Warmteinhoud	0,304 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	117,00 kg/j

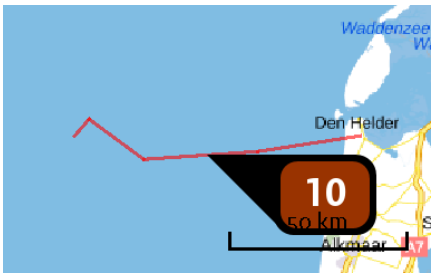


Naam	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli
Locatie (X,Y)	114081, 548814
Uitstoothoogte	15,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	6,50 kg/j



Naam	Personentransport naar converterstation
Locatie (X,Y)	60645, 441132
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	100,0 / jaar	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



Naam	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee
Locatie (X,Y)	71040, 543616
Uitstoothoogte	610,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	48,20 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS	versie 2020_20210525_2040287d5b
Database	versie 2020_20210713_c09c249ebe

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020

COLOFON

ECOLOGISCHE BEOORDELING STIKSTOFDEPOSITIE
BIJLAGE A BIJ DE PASSENDE BEOORDELING VAN NET OP ZEE IJMUIDEN VER BETA

KLANT
TenneT TSO

AUTEUR

PROJECTNUMMER
C05057.000329

ONZE REFERENTIE
D10022721:68Colofon77

DATUM
12 november 2021

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

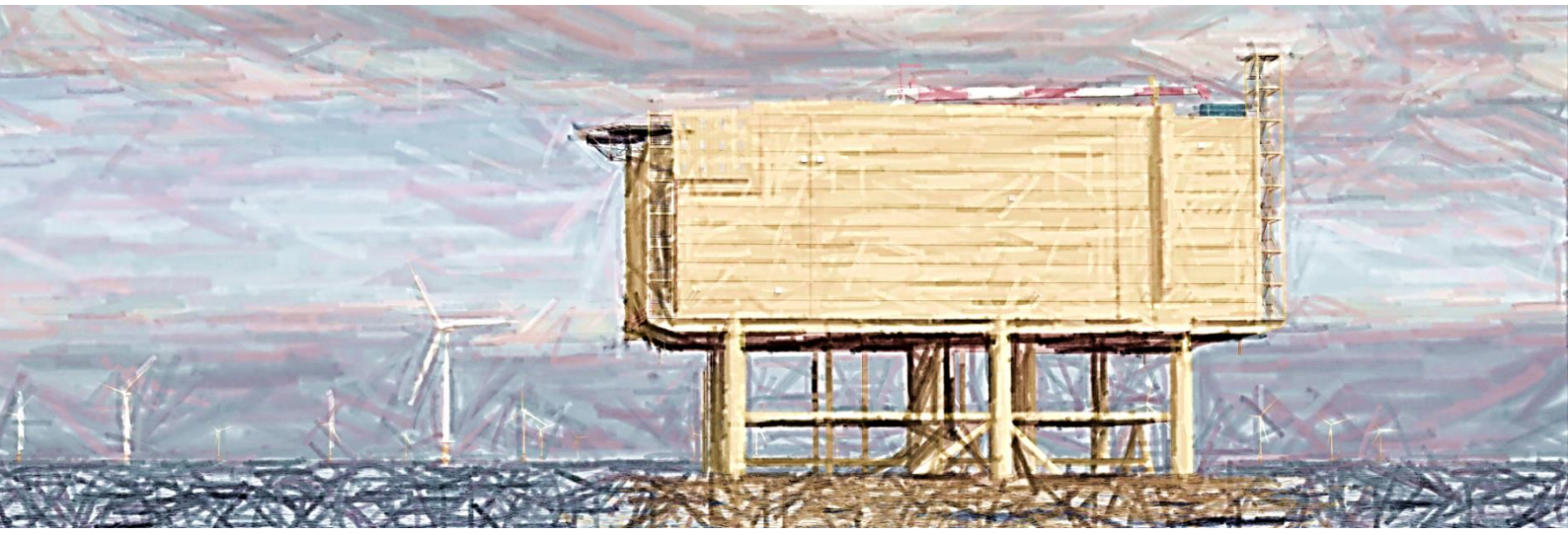
Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland
+31 (0)88 4261261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage VII-B Soortenbeschermingstoets



Datum: 12-11-2021
Versienummer: 2.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 6
1.1 Aanleiding 6
1.2 Duurzame energie 6
1.2.1 Redenen 6
1.2.2 Routekaart 2023 6
1.2.3 Routekaart 2030 7
1.3 Net op zee IJmuiden Ver Beta 9
1.4 Doelstelling Soortenbeschermingstoets 9
1.5 Leeswijzer 11
2 Wet natuurbescherming onderdeel beschermde soorten 12
2.1 Algemeen 12
2.2 Zorgplicht 12
2.3 Categorieën 12
2.4 Verbodsbepalingen 13
2.5 Gedragscodes, vrijstellingen en ontheffingen 14
3 Voorgenomen activiteit 17
3.1 Overzicht 17
3.2 Platform op zee 18
3.2.1 Locatie platform 18
3.2.2 Ontwerp 19
3.2.3 Voorbereiding 21
3.2.4 Aanleg 21
3.2.5 Gebruik en onderhoud 25
3.2.6 Faciliteiten 26
3.2.7 Afwatering en toiletsystemen 26
3.2.8 Verlichtingsplan 27
3.2.9 Veiligheidsplan 27
3.2.10 Verwijdering 28
3.3 Kabels op zee 28
3.3.1 Route kabels 28
3.3.2 Ontwerp kabels op zee 28
3.3.3 Corridor 29

3.3.4 Kabeldiepgang 30
3.3.5 Aanleg kabels 31
3.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen 35
3.3.7 Gebruik en onderhoud 35
3.3.8 Verwijdering 36
3.4 Kabels op land 36
3.4.1 Route kabel 36
3.4.2 Aanleg 37
3.4.3 Gebruik en onderhoud 39
3.4.4 Verwijdering 39
3.5 Kabelverbindingen 39
3.5.1 Moflocaties (op zee) 39
3.5.2 Verbindingsmof (overgang zee/land) 40
3.5.3 Mofput (op land) 40
3.5.4 Aardputten (op land) 40
3.6 Converterstation 41
3.6.1 Locatie en afmetingen 41
3.6.2 Ontwerp 42
3.6.3 Aanleg 43
3.6.4 Gebruik en onderhoud 43
3.6.5 Verwijdering 43
3.7 Planning 43
3.7.1 Op zee 43
3.7.2 Op land 45
4 Afbakening 46
4.1 Inleiding 46
4.2 Vertroebeling 46
4.3 Sedimentatie 49
4.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 50
4.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid 51
4.6 Bovenwaterverstoring op zee 53
4.6.1 Verstoring door geluid en visuele verstoring 53
4.6.2 Verstoring door licht 55
4.7 Verstoring op land 57
4.7.1 Geluid 57
4.7.2 Licht 59

4.7.3 Visuele verstoring 60
4.8 Habitataantasting 60
4.8.1 Op zee 60
4.8.2 Op land 61
4.9 Elektromagnetische velden 62
4.9.1 Elektromagnetische velden op zee 62
4.9.2 Elektromagnetische velden op land 67
4.10 Verontreiniging op zee 68
4.11 Warmteontwikkeling 68
4.12 Verdroging op land 68
4.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 69
5 Aanwezigheid van beschermde soorten 74
5.1 Methode 74
5.1.1 Fasering onderzoek 74
5.1.2 Bureauonderzoek 74
5.1.3 Veldonderzoek 74
5.2 Beschermde soorten op zee 75
5.2.1 Vogels 75
5.2.2 Vleermuizen 106
5.2.3 Zeezoogdieren 106
5.2.4 Vissen 112
5.2.5 Zandkokerworm (nog niet beschermd) 114
5.3 Beschermde soorten op land 115
5.3.1 Voorselectie soorten en bijbehorend habitat 115
5.3.2 Relevante gebieden binnen het plangebied 117
5.3.3 Verwachte aanwezige soorten 118
5.4 Conclusie aanwezigheid beschermde soorten 123
5.4.1 Op zee 123
5.4.2 Op land 123
6 Effectbepaling 125
6.1 Vogels 125
6.1.1 Vertroebeling 125
6.1.2 Sedimentatie 129
6.1.3 Bovenwaterverstoring 131
6.2 Vleermuizen 136
6.2.1 Verstoring op zee 136

6.3 Zeezoogdieren 137
6.3.1 Continu onderwatergeluid 137
6.3.2 Impuls-onderwatergeluid 138
6.3.3 Bovenwaterverstoring 143
6.3.4 Elektromagnetische velden 146
6.4 Vissen 148
6.4.1 Vertroebeling 148
6.4.2 Continu en impuls-onderwatergeluid 149
6.4.3 Elektromagnetische velden 150
6.5 Zandhagedis 151
6.6 Rugstreeppad 151
6.7 Glad biggenkruid 152
6.8 Niet-beschermde soorten 152
6.8.1 Zandkokerworm 152
6.8.2 Rode lijst-soorten: insecten 155
6.8.3 Rode lijst-soorten: flora 155
7 Toetsing 156
7.1 Vogels 156
7.1.1 Zichtjagende vogels 156
7.1.2 Trekvogels 156
7.1.3 Broedvogels 157
7.2 Vleermuizen 157
7.3 Zeezoogdieren 157
7.3.1 Zeehonden 157
7.3.2 Bruinvissen 158
7.4 Vissen 158
7.5 Zandhagedis 159
7.6 Rugstreeppad 159
7.7 Glad biggenkruid 160
7.8 Zandkokerworm(riffen) 160
7.9 Mitigerende maatregelen 160
7.9.1 Bergeend 160
7.9.2 Broedvogels 161
7.9.3 Zeehonden 161
7.9.4 Bruinvissen 162
7.9.5 Zandhagedis 163

7.9.6 Rugstreeppad 163
7.9.7 Glad biggenkruid 164
7.9.8 Zorgplicht 165
7.10 Conclusie 165
7.10.1 Op zee 165
7.10.2 Land 165
8 Referenties 166
Bijlage A Samenvatting Slibstudie 173
Bijlage B Veldwerkrapportages 180
Colofon 181

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie paragraaf 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat voor 2030 windparken in verschillende windenergiegebieden op zee worden gebouwd en aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de Routekaart windenergie op zee 2030.

Na afronding van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta is in totaal 4 GW vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Met het project Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt 2 GW aangesloten. Door de minister van EZK is gekozen voor aansluiting op hoogspanningsstation Amaliahaven op de Maasvlakte. De afvoer van de andere 2 GW is beschouwd in het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Hier wordt aangesloten op hoogspanningsstation Borssele.

In deze rapportage vindt een toetsing plaats voor het onderdeel soortenbescherming in het kader van de Wet natuurbescherming (voorheen Flora- en faunawet) voor Net op zee IJmuiden Ver Beta. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha is een aparte soortenbeschermingstoets opgesteld.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO_2. Te veel CO_2 is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO_2-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Sociaal-Economische Raad, 2013), de daaropvolgende Energiedialoog (Energiedialoog, 2016) en de Energieagenda (Kamerstuk 31510, 2016) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het regeerakkoord van 2017 bouwt hierop voort (Rijksoverheid, 2017).

1.2.2 Routekaart 2023

In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5 gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 geeft aan dat er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord).

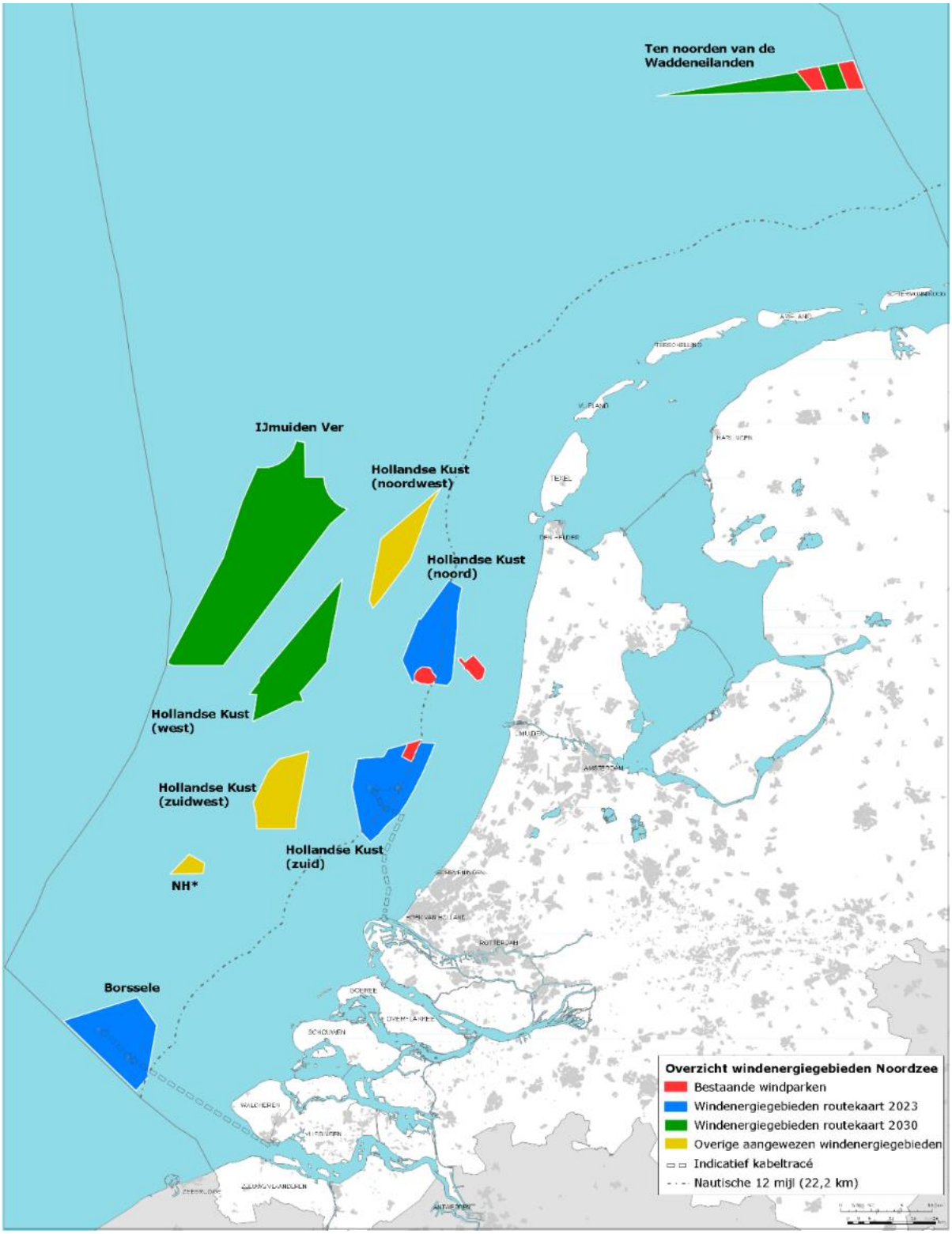
In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd en in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I t/m IV.

1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe Routekaart windenergie op zee 2030 (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord van 2017 bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO_2-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030. Rekening houdend met de bestaande windparken (ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de Routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en windenergiegebied IJmuiden Ver.

De reden om een Routekaart windenergie op zee 2030 op te stellen was tweeledig. Allereerst is continuïteit in de realisatie van windenergie op zee belangrijk voor het tijdig halen van de bovengenoemde opgave. Om in 2024 of 2025 het eerste windpark in gebruik te kunnen nemen, is het noodzakelijk om in 2021 voor de betreffende kavel(s) een tender uit te schrijven. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1 weergegeven.



*Figuur 1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de Routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de Routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel); *NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (Kamerstuk 33561, 2018)*

1.3 Net op zee IJmuiden Ver Beta

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. TenneT is in 2016 door de Minister van Economische Zaken en Klimaat aangewezen als netbeheerder op zee.

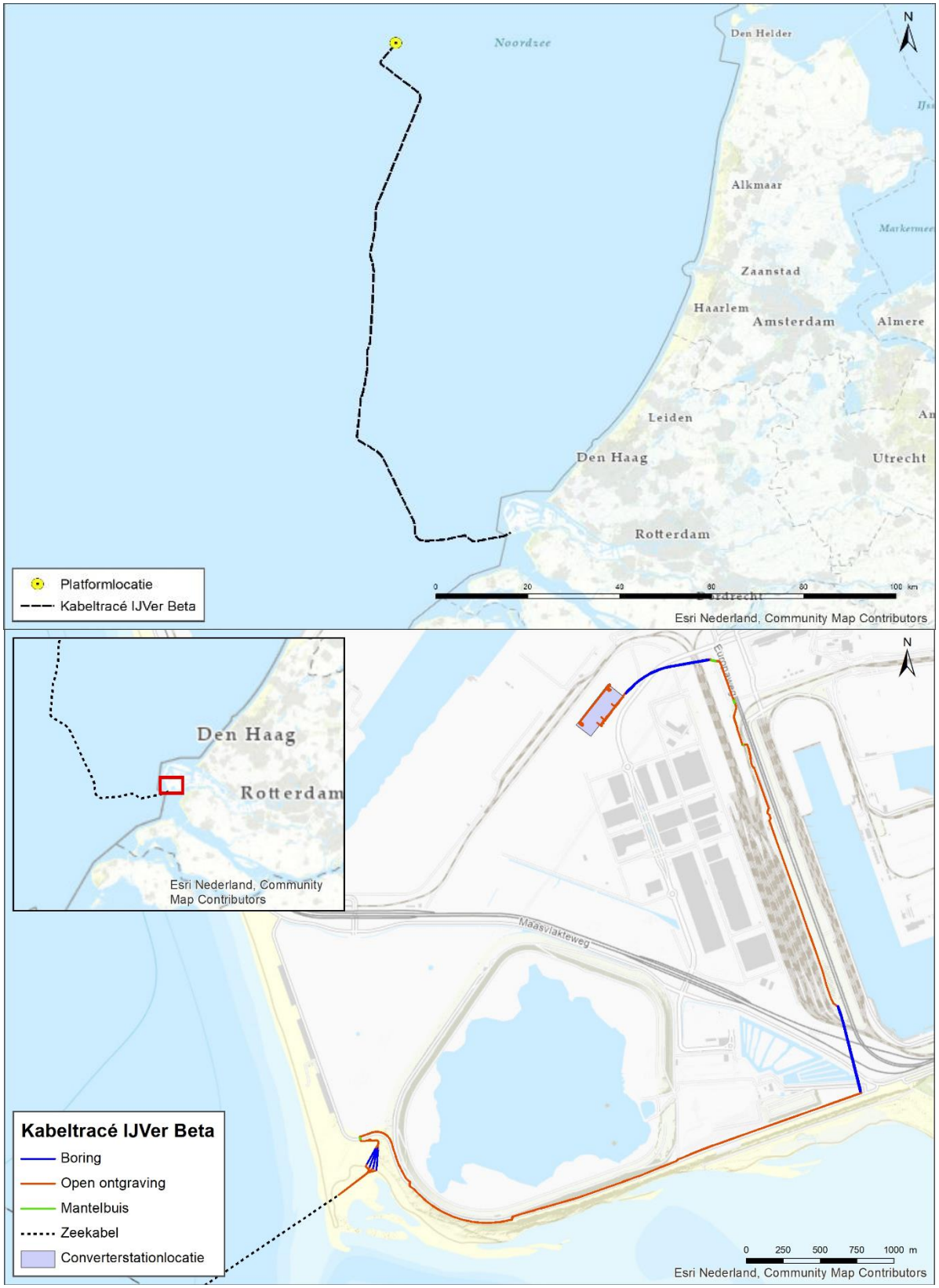
TenneT is voornemens om twee netaansluitingen te realiseren die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta is één van deze twee verbindingen. Een overzicht van het VKA is weergegeven in Figuur 2 (op de volgende pagina).

1.4 Doelstelling Soortenbeschermingstoets

Omdat niet op voorhand is uit te sluiten dat de aanleg, het gebruik en het beheer en onderhoud van een platform op zee, kabels op zee en land en een converterstation op land een (negatief) effect heeft op de in de Wet natuurbescherming beschermde soorten is deze Soortenbeschermingstoets opgesteld. Voorliggende rapportage betreft daarmee een toetsing in het kader van de Wet Natuurbescherming, die op 1 januari 2017 in werking is getreden. In deze wet zijn de voormalige Natuurbeschermingswet 1998, Flora- en faunawet en Boswet samengevoegd. In deze rapportage vindt een toetsing plaats voor het onderdeel soortenbescherming (voorheen Flora- en faunawet).

Behalve toetsing aan de soortenbescherming in de Wet natuurbescherming is er binnen dit project ook getoetst aan:

- Wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling) MER bijlage VII-A).
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN) (MER bijlage VIII-A).
- Waterwet, toetsing Kaderrichtlijn Water/ Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren (MER bijlage VII-C).
- Waterwet, toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (MER bijlage VII-C).

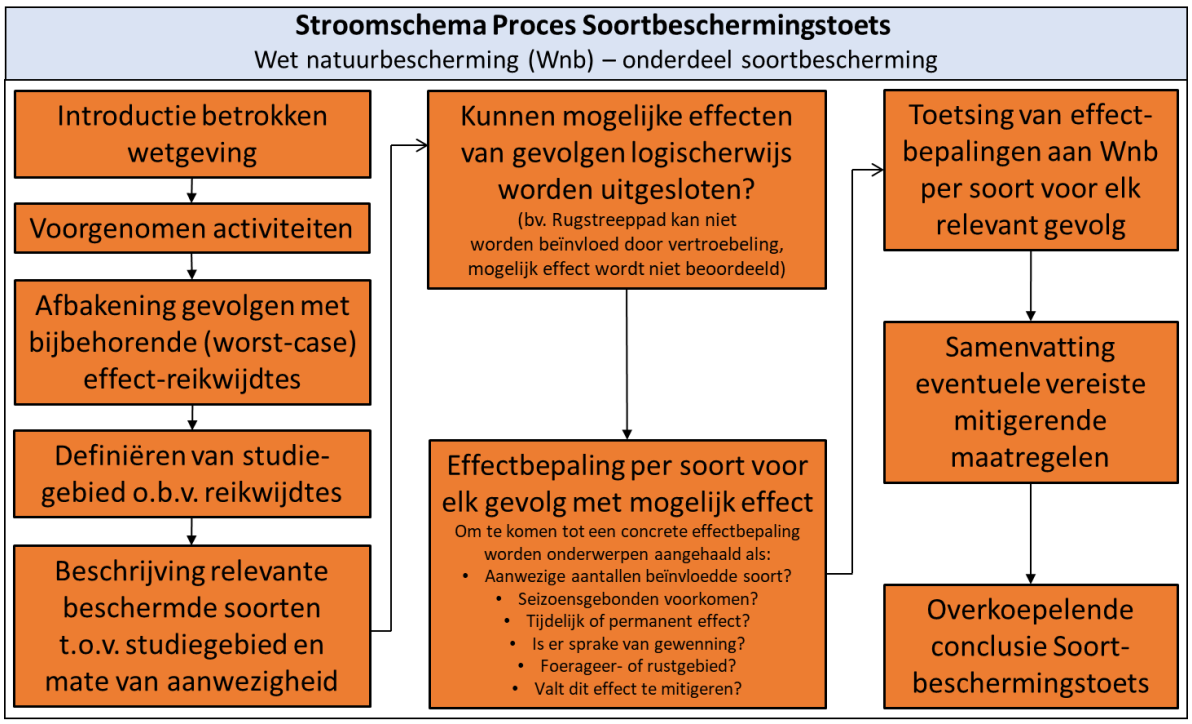


Figuur 2 Boven: overzichtskaart VKA-tracé Net op zee IJmuiden Ver Beta op zee inclusief locatie van het platform. Onder: Ingezoomde kaart van het VKA-tracé inclusief werkterrein, in/uittredepunten en het converterstation

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader: de Wet Natuurbescherming. Daarna is in hoofdstuk 3 een beschrijving gegeven van de voorgenomen activiteit. In hoofdstuk 4 vindt een afbakening plaats, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht dienen te worden. In hoofdstuk 5 volgt een beschrijving van de aanwezige beschermde soorten binnen de reikwijdte van de optredende effecten. In hoofdstuk 6 worden de effecten op de beschermde soorten beschreven en in hoofdstuk 7 worden deze effecten getoetst in het kader van de Wet Natuurbescherming. In dit hoofdstuk wordt ook de conclusie beschreven en ingegaan op eventuele mitigerende maatregelen, waarmee effecten op bedreigde soorten worden beperkt en/of voorkomen. In hoofdstuk 8 zijn ten slotte de gebruikte (literatuur)bronnen vermeld.

Het proces dat doorlopen wordt in deze soortbeschermingstoets is visueel weergeven in de vorm van een stroomschema in Figuur 3.



Figuur 3 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen in deze soortbeschermingstoets.

2 Wet natuurbescherming onderdeel beschermde soorten

2.1 Algemeen

De Wet natuurbescherming (Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De wet is ingedeeld in hoofdstukken en kent een algemeen deel (hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2), soorten (hoofdstuk 3), houtopstanden, hout en houtproducten (hoofdstuk 4), verder delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (hoofdstuk 5), financiële bepalingen (hoofdstuk 6), handhaving (hoofdstuk 7), overige bepalingen (hoofdstuk 8) en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht (hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (hoofdstuk 10). In navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de voor dit rapport relevante delen van de wet gegeven.

2.2 Zorgplicht

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat iedereen voldoende zorg in acht moet nemen om schade aan soorten te voorkomen, ook voor soorten die niet beschermd zijn (artikel 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (artikel 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (artikel 1.11, lid 3).

2.3 Categorieën

De wet onderscheidt drie categorieën van beschermde soorten, namelijk:
- Soorten Vogelrichtlijn, ook wel Vogelrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.1).
- Soorten Habitatrichtlijn, ook wel Habitatrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.2).
- Andere soorten (Wnb §3.3).

Soorten Vogelrichtlijn
Alle van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn zijn in Nederland beschermd. De soorten van artikel 1 van Vogelrichtlijn zijn alle vogelsoorten die op het Europese grondgebied van de lidstaten van de EU voorkomen. Het deel daarvan dat van nature in Nederland voorkomt, is dus beschermd (artikel 3.1 lid 1).

Soorten Habitatrichtlijn
In deze categorie vallen alle in het wild levende dieren zoals genoemd in (artikel 3.5 lid 1):
- Bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn.
- Bijlage II bij het Verdrag van Bern.
- Bijlage I bij het Verdrag van Bonn.

En (in hun natuurlijke verspreidingsgebied) planten van soorten, genoemd in (artikel 3.5, lid 5):
- Bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of.
- Bijlage I bij het Verdrag van Bern.

Het gaat hierbij dus om meer dan alleen de soorten van de Habitatrichtlijn (namelijk ook soorten van de conventies van Bern en Bonn). Omdat echter in de Wnb §3.2 “soorten Habitatrichtlijn” als titel heeft, wordt dit ook hier zo gebruikt om deze groep van beschermde soorten aan te duiden.

Andere soorten
Naast de soorten waarvan de bescherming op Europees niveau verplicht is gesteld, is er ook een aantal soorten op nationaal niveau beschermd. Dit is dus een “nationale kop” op de Europese bescherming. Het gaat hierbij om soorten die zeer zeldzaam en/of bedreigd zijn, en waarvan het duurzaam voortbestaan niet is verzekerd als geen beschermingsmaatregelen worden getroffen. De soorten waar het om gaat zijn opgenomen op de bijlage bij de wet (artikel 3.10, lid 1 onder a en c).

2.4 Verbodsbepalingen

Voor Vogelrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.1):
- In het wild levende vogels te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen (lid 2).
- Eieren te rapen en deze onder zich te hebben (lid 3).
- Opzettelijk te storen (lid 4), tenzij de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (lid 5).

Voor Habitatrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.5):
- In het wild levende dieren in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk te verstoren (lid 2).
- Eieren in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen (lid 3).
- De voortplantingsplaatsen of rustplaatsen te beschadigen of te vernielen (lid 4).
- Planten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (lid 5).

Voor Andere soorten is het verboden om (artikel 3.10, lid 1):
- In het wild levende dieren opzettelijk te doden of te vangen (onderdeel a);
- De vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren opzettelijk te beschadigen of te vernielen (onderdeel b).
- Vaatplanten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (onderdeel c).

Hierboven is een verbod voor Vogelrichtlijnsoorten en Habitatrichtlijnsoorten dat verstoring niet is toegestaan. Niet iedere verstoring in het kader van de wet is relevant is. Het moet gaan om verstoring die voor soorten in potentie wezenlijke gevolgen heeft. Een tijdelijke verandering van gedrag valt hier niet zonder meer over. Zie voor meer informatie het volgende tekstkader.

Juridisch kader verstoring beschermde soorten
Niet iedere toename van verstoringsbronnen leidt tot een daadwerkelijk effect dat in het kader van de wet is voorzien als verstoring. Voor een individu dat sprake is van opzettelijke verstoring als niet in de directe omgeving (tijdelijk) uitwijkmogelijkheden voor handen zijn en de functionaliteit van het leefgebied door verstoring wordt aangetast. Dit is verschillende keren bevestigd door de Raad van State. Hieronder staan twee delen van uitspraken waarin dit bevestigd is:

ECLI:NL:RVS:2009:BI3701: "*Zoals de Afdeling eerder heeft overwogen (onder meer in de uitspraak van 21 november 2007 in zaak nr. 200607283/1) geldt als uitgangspunt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving, moet worden aangemerkt als een opzettelijke verontrusting in de zin van artikel 10 van de Ffw.*"

ECLI:NL:RVS:2020:1125: "*Zoals de Afdeling eerder heeft overwogen (onder meer in de uitspraak van 23 juni 2010, ECLI:NL:RVS:2010:BM8836), geldt bij de uitleg van artikel 10 van de Flora- en faunawet als uitgangspunt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving een opzettelijke verontrusting is in de zin van die bepaling. Het tijdelijk (doen) wegvluchten voor werkzaamheden naar een rustiger plek kan niet worden aangemerkt als opzettelijke verontrusting in de zin van deze bepaling. De Afdeling volgt deze interpretatie eveneens ten aanzien van het in het vierde lid van artikel 3.1, vierde lid, van de Wnb neergelegde verbod van opzettelijke storing.*"

2.5 Gedragscodes, vrijstellingen en ontheffingen

Gedragscode
De in het voorgaande beschreven verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd volgens een door de minister van LNV vastgestelde gedragscode (artikel 3.31, lid 1). Het moet dan gaan om handelingen die plaatsvinden in het kader van:

a. Een bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer.
b. Een bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of de bosbouw.
c. Een bestendig gebruik.
d. Ruimtelijke ontwikkeling of inrichting.

Vrijstelling
Provinciale staten en de minister van LNV kunnen vrijstelling verlenen van de verbodsbepalingen (artikel 3.3, lid 2-4; artikel 3.8, lid 2-5; artikel 3.10, lid 2). Voor zover het gaat om de hiervoor beschreven verbodsbepalingen, kan in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting een ontheffing worden verleend van de verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 en 3.10, dus ten aanzien van alle beschermde soorten. Een vrijstelling mag alleen worden verleend wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze zijn gelijk aan de voorwaarden waaronder een ontheffing verleend kan worden (zie hier onder).

Voor welke soorten een vrijstelling geldt, verschilt per bevoegd gezag (ministerie van LNV en de afzonderlijke provincies). De lijst met vrijgestelde soorten van het ministerie is alleen van toepassing op handelingen waarvoor de minister van EZ het bevoegd gezag is. Voor handelingen waarvoor

gedeputeerde staten het bevoegd gezag zijn, geldt de vrijstellingslijst van de betreffende provincie. In het geval van de aanleg van stroomkabels voor Net op zee IJmuiden ver Beta is de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) bevoegd gezag voor het verlenen van de ontheffing. De onderstaande soorten zijn landelijk vrijgesteld:

De aardmuis, bosmuis, bruine kikker, bunzing, dwergmuis, dwergspitsmuis, egel, gewone bosspitsmuis, gewone pad, haas, hermelijn, huisspitsmuis, kleine watersalamander, konijn, meerkikker, middelste groene kikker/bastaard kikker, molmuis, ondergrondse woelmuis, ree, rosse woelmuis, tweekleurige bosspitsmuis, veldmuis, vos, wezel en woelrat.

Ontheffing

Voor soorten waarvoor (in de betreffende provincie) geen vrijstelling geldt, moet wanneer niet volgens een gedragscode wordt gewerkt een ontheffing worden aangevraagd wanneer er een handeling wordt uitgevoerd waardoor een verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 of 3.10 van de Wnb wordt overtreden (artikel 3.3 lid 1 en 3; artikel 3.8 lid 1 en 3; artikel 3.10 lid 2). Of deze ontheffing kan worden verleend, hangt af of voldaan wordt aan de voorwaarden. De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, verschillen per beschermingscategorie:

Voor Vogelrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.3, lid 4):

- Er bestaat geen andere bevredigende oplossing (onderdeel a).
- Het project is nodig (onderdeel b):
    - 1. in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid;
    - 2. in het belang van de veiligheid van het luchtverkeer;
    - 3. ter voorkoming van belangrijke schade aan gewassen, vee, bossen, visserij of wateren;
    - 4. ter bescherming van flora of fauna;
    - 5. voor onderzoek of onderwijs, het uitzetten of herinvoeren van soorten, of voor de daarmee samenhangende teelt, of
    - 6. om het vangen, het onder zich hebben of elke andere wijze van verstandig gebruik van bepaalde vogels in kleine hoeveelheden selectief en onder strikt gecontroleerde omstandigheden toe te staan.
- De maatregelen leiden niet tot verslechtering van de staat van instandhouding van de desbetreffende soort (onderdeel c).

Voor Habitatrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.7, lid 5):

- Er bestaat geen andere bevredigende oplossing (onderdeel a).
- Het project is nodig (onderdeel b):
    - 1. in het belang van de bescherming van de wilde flora of fauna, of in het belang van de instandhouding van de natuurlijke habitats;
    - 2. ter voorkoming van ernstige schade aan met name de gewassen, veehouderijen, bossen, visgronden, wateren of andere vormen van eigendom;
    - 3. in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten;
    - 4. voor onderzoek en onderwijs, repopulatie of herintroductie van deze soorten, of voor de daartoe benodigde kweek, met inbegrip van de kunstmatige vermeerdering van planten, of
    - 5. om het onder strikt gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken op selectieve wijze en binnen bepaalde grenzen een beperkt, bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde dieren van de aangewezen soort te vangen of onder zich te hebben, onderscheidenlijk een beperkt bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld

aantal van bepaalde planten van de aangewezen soort te plukken of onder zich te hebben.
- Er wordt geen afbreuk gedaan aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan (onderdeel c).

Voor Andere soorten geldt in aanvulling op alle voorwaarden voor Habitatrichtlijnsoorten ook dat het project nodig is voor één of meerder van de aanvullende wettelijke belangen (artikel 3.10, lid 2):
- In het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden of van kleinschalige bouwactiviteiten, met inbegrip van het daaropvolgende gebruik van het gebied of het gebouwde (onderdeel a).
- Ter voorkoming van schade of overlast, met inbegrip van schade aan sportvelden, schietterreinen, industrieterreinen, kazernes, of begraafplaatsen (onderdeel b).
- Ter beperking van de omvang van de populatie van dieren, in verband met door deze dieren ter plaatse en in het omringende gebied veelvuldig veroorzaakte schade of in verband met de maximale draagkracht van het gebied waarin de dieren zich bevinden (onderdeel c).
- Ter voorkoming of bestrijding van onnodig lijden van zieke of gebrekkige dieren (onderdeel d).
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw (onderdeel e).
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer (onderdeel f).
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud van de landschappelijke kwaliteiten van een bepaald gebied (onderdeel g).
- In het algemeen belang (onderdeel h).
- Bestendig gebruik (onderdeel i).

Geen andere bevredigende oplossing betekent -ook in combinatie met de in artikel 1.11 beschreven zorgplicht- dat wanneer een overtreding redelijkerwijs te voorkomen is, een ontheffing niet mogelijk is. De werkzaamheden moeten dan op zodanige wijze worden uitgevoerd dat er geen overtreding van de wet plaatsvindt. Te denken valt aan het kappen van bomen buiten het broedseizoen, of het afzetten van en het wegvangen van soorten in het werkgebied.

3 Voorgenomen activiteit

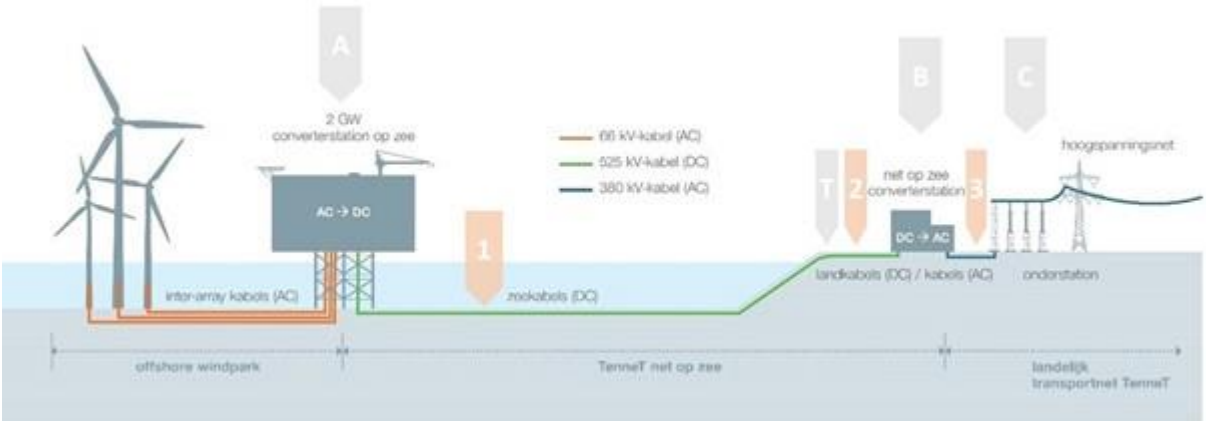
3.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de voorgenomen activiteiten kunnen veranderen. Er is in deze activiteitenbeschrijving uitgegaan van een worst-case scenario. Het Net op zee IJmuiden Ver Beta loopt van het platform IJmuiden Ver Beta in windenergiegebied IJmuiden Ver via kabels (gelijkspanning) in de zeebodem en op land naar een converterstation op de Tweede Maasvlakte tot aan een nieuw te realiseren 380kV-hoogspanningsstation op de Maasvlakte (station Amaliahaven). Het platform, de kabels (zowel op zee als op land, wisselstroom) en het converterstation zijn onderdeel van het project, het nieuwe hoogspanningsstation niet. De platformlocatie en het VKA-tracé op zee en land van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn te zien in Figuur 2.

In de activiteitenbeschrijving en de verdere toetsing wordt ingegaan op de aanleg, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen. Per effect wordt aangegeven welke fase beoordeeld wordt en als meest verstorend (worst-case) wordt gezien. Omdat de aanleg- en gebruiksfase meer verstoring geven dan de verwijderfase is deze laatste niet of zeer beperkt in dit hoofdstuk omschreven.
Wanneer in deze Passende Beoordeling gesproken wordt over de voorgenomen activiteit op Net op zee IJmuiden Ver Beta (of over het VKA-tracé), dan omvat dit de onderstaande onderdelen die zijn uitgetekend in Figuur 4:

- Een platform op zee met een converterstation voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom (A).
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom[1] (1).
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op land voor het verdere transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation (2).
- Een converterstation op land op de Tweede Maasvlakte voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom[2] (B).

Onder Figuur 4 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De aanlegwijze per onderdeel wordt in de paragrafen hierna toegelicht.



Figuur 4 Overzicht van Net op zee IJmuiden Ver Beta

[1] Ook wel Direct Current (DC) genoemd.
[2] Ook wel Alternating Current (AC) genoemd.

Platform op zee (A)
Het platform vormt de interface tussen het kabelsysteem van het windpark en het kabelsysteem op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de interface vormt waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. Het platform op zee heeft een transportcapaciteit van 2 GW.

Converterstation (B)
Het converterstation op land vormt de interface tussen de 525kV-gelijkstroomkabels op land en de 380kV-wisselstroomkabels op land. De belangrijkste functies van het converterstation op land zijn het omzetten van de gelijkstroom naar wisselstroom en het omzetten van de spanning van 525 kV naar 380 kV.

Kabelsysteem voor de aanlanding op het landnetwerk (525kV-gelijkstroom)
Het kabelsysteem op zee verbindt het platform met het converterstation op land. Het kabelsysteem van de kabels kan worden opgedeeld in twee hoofddelen:

- Op zee: 525kV-gelijkstroomkabel van het platform tot de verbindingsmof voor de land-waterconnectie (1).
- Op land: 525kV-gelijkstroomkabel van de verbindingsmof tot het converterstation (2).

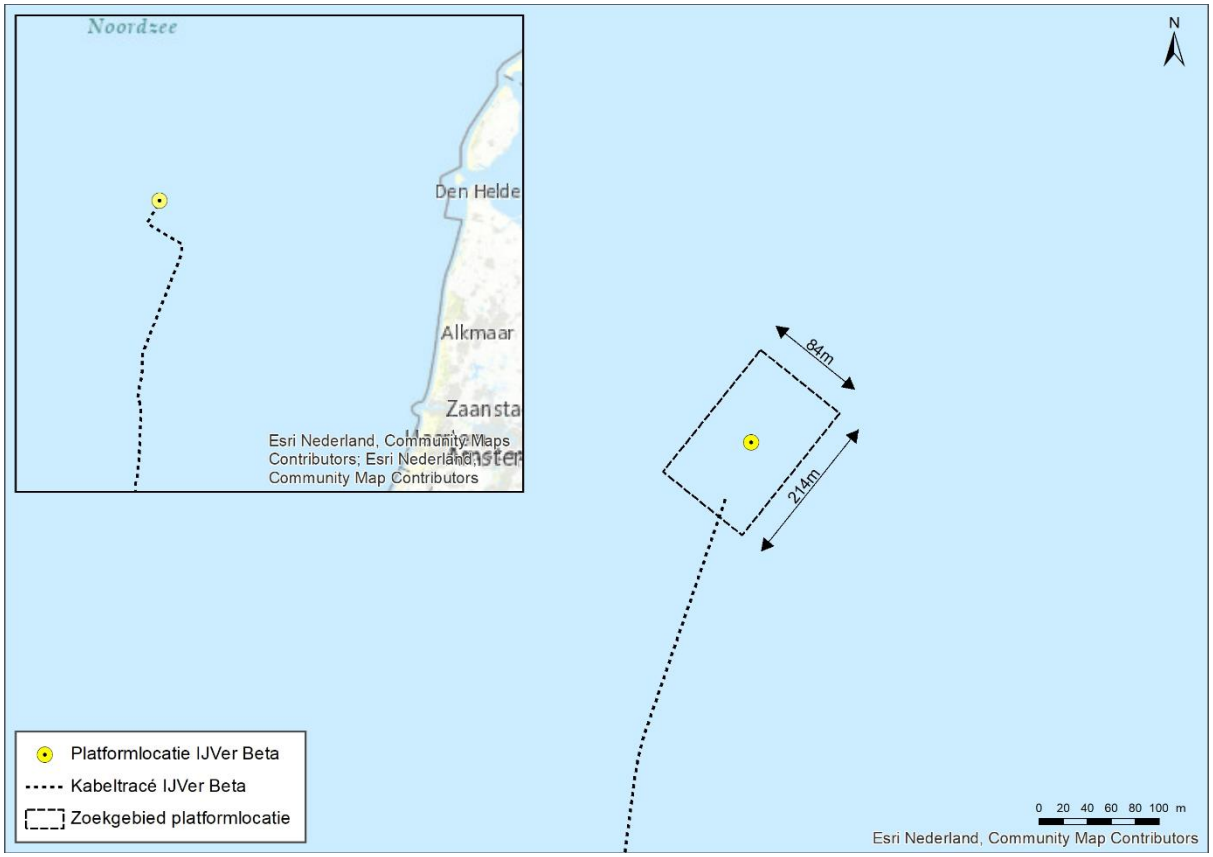
Verbindingsmof, moflocaties en mofputten
De verbindingsmof is de plek waar de zeekabels en de landkabels aan elkaar worden gekoppeld. Het kabelgedeelte op land heeft op zichzelf ook nog verschillende mofputten. Ook op het VKA-tracé op zee zijn meerdere moflocaties. De exacte locaties van de moflocaties op zee zijn nog niet bekend ten tijde van het opstellen van voorliggend stuk. Worst-case wordt uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer, in de kustzone worden geen moflocaties aangelegd. Een moflocatie of -put omvat een relatief kleine ingreep en wordt altijd aangelegd in lijn van het tracé binnen het ruimtebeslag van de reeds aanwezige werkterreinen.

3.2 Platform op zee

Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de interface vormt waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform (februari 2021) weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst case maximum.
De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver worden aangesloten op het platform van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Beta.

3.2.1 Locatie platform

De locatie van platform IJmuiden Ver Beta is te zien in Figuur 5.



Figuur 5 Platformlocatie van IJmuiden Ver Beta

3.2.2 Ontwerp

Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen. De vier onderdelen zijn:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De draagconstructie, ofwel de jacket (met heipalen of suction buckets).
- Funderingspalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond de jacket.

In Figuur 6 is een artist impression van het ontwerp van een DC-converterstation van 2 GW voor een offshore platform te zien. De belangrijkste uitgangspunten voor de elementen van het ontwerp zijn:

- Het platform bevat alle systemen (hoogspanning, nood, secundair en veiligheid) die nodig zijn om de benodigde 2 GW te transporteren.
- Het platform bevat een converterstation, waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden.
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform wordt tijdelijk bemand, met modulaire woonruimten.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.
- Toegang tot het platform geschiedt per helikopter en boot.
- De plaatsing van stenen rond de basis van de mantel. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen en om de kabels te beschermen tegen langere vrije overspanningen en de impact van trillingen.



Figuur 6 Artist impression van het concept van 2 GW DC platform op zee

Hoewel het ontwerp gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp van de draagconstructie:

- Waterdiepte op locatie zal bepalend zijn voor de afmetingen van de draagconstructie.
- Bodemcondities zijn bepalend voor de afmetingen van de funderingspalen.
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang en samenstelling van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal steunpoten.

Het windpark is verbonden met het platform via 66kV-zeekabels die via J-tubes het platform binnenkomen. De kabeluiteinden zijn verbonden met de 66kV-GIS-baaien (gasgeïsoleerde schakelinstallaties). Van daaruit wordt de spanning verhoogd naar 525kV-wisselstroom waarna deze wordt omgezet naar 525kV-gelijkstroom.

Er zijn twee opties voor het type fundatie van het platform:

- Jacket met heipalen.
- Suction buckets.

Beide fundatiemethoden worden meegenomen en toegelicht.

De draagconstructie zal voor elk type fundering 20-23 meter boven het water uitkomen. De bovenbouw (topside) is circa 80 x 110 meter (inclusief windconnector-readiness). De hoogte is circa 45 m. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck, meteomast en verblijfsruimten.

Het oppervlak bodembescherming (voor alle type fundaties) is circa 15.000 m^2. Op dit moment wordt er nog geen specifieke steensoort ‘voorgeschreven’ vanuit nature inclusive design (NID) voor de bodembescherming en wordt er vooral gekeken (vanuit NID) naar het plaatsen van additionele structuren in de nabijheid van het platform.

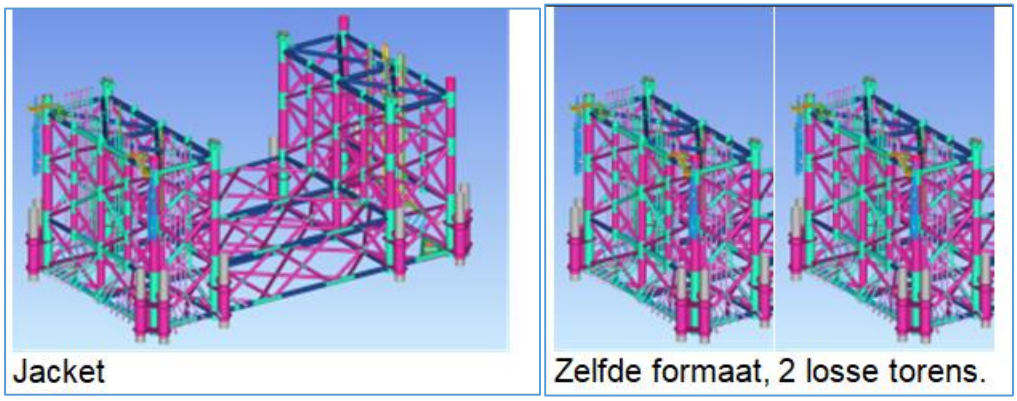
3.2.3 Voorbereiding

Voorafgaande aan de installatie worden verschillende locatie onderzoeken uitgevoerd, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering ("*cone penetration test*") per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd om de omvang van de erosiebescherming (steenbestorting) te bepalen. Gebaseerd op ditzelfde onderzoek voor Borssele en Hollandse Kust (zuid) is de verwachting dat deze bescherming hier nodig is. Worst-case is dat in de vorm van een grindlaag en daarop stenen tot 20 meter rondom het platform en tot 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels vanuit het platform met zakken stenen (rock-bags). Vanaf 100 meter van het platform worden de kabels 'normaal' begraven. In de directe omgeving van de erosiebescherming voor het platform kunnen enkele extra erosiebeschermingsstroken worden geplaatst om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken, die gebruikt kunnen worden om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen.

3.2.4 Aanleg

Bij de aanleg zal transport met boot en helikopter plaatsvinden. In de aanlegfase zal er, gedurende een jaar, ongeveer één helikoptervlucht per dag plaatsvinden.

Jacket met heipalen
Voor het ontwerp van de jacket zijn er de mogelijkheden van een "één jacket" en een "split-jacket" design (zie Figuur 7).



Figuur 7 De verschillende mogelijkheden voor het jacket - links "één jacket", en rechts "split-jacket".

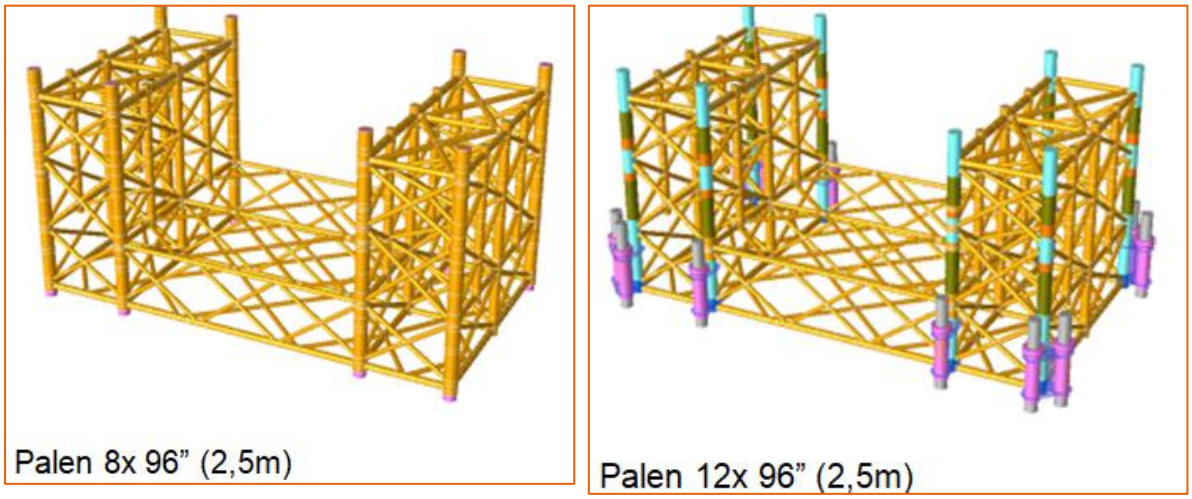
Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger ("*dredging plough*" or "*suction hopper dredger*"). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond de jacket moet voorkomen. Dit duurt, afhankelijk van het weer circa 2 of 3 weken.

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket wordt vervolgens op een transportbak ("*barge*") naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer een dag per paal. De palen

worden daarna vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem wordt verankerd. De installatie van de jacket duurt ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. Het plaatsen van de jacket gebeurt door een kraanschip met 54.000 kW vermogen. Dit kraanschip is naar verwachting 168 uur bezig en draait tijdens de werkzaamheden op 50% belasting. Daarnaast worden er twee sleepboten ingezet voor 48 uur, met 14.000 kW vermogen, welke draaien op 20% belasting.

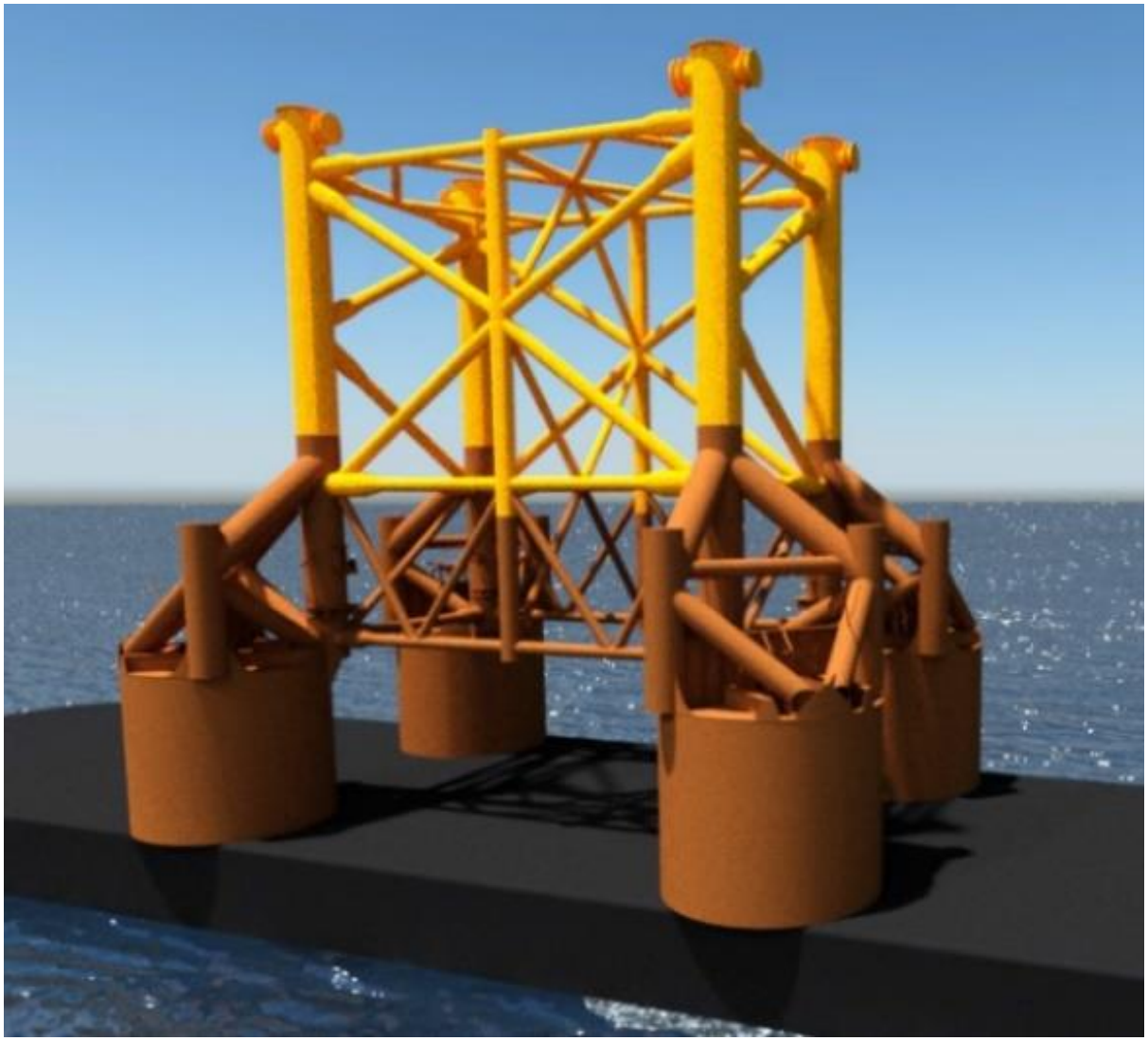
Van de verschillende funderingsopties wordt bij een stalen jacket waar geheid wordt het meeste geluid geproduceerd. Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt er gekozen tussen een constructie met 8 ,12 of 16 palen met een diameter van 2,5 meter per stuk en een wanddikte van 60-80 mm. De heipalen worden in de worst-case 60 meter diep de bodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.000 kJ. Waarschijnlijk wordt een heihamer gebruikt van het type IHC S-2500 of vergelijkbaar. De draagconstructie van het platform in het geval van een jacket met 8 of 12 palen is weergegeven in Figuur 8. In deze toets wordt voor een jacket uitgegaan van een worst-case scenario waarin 16 palen worden gebruikt voor de jacket met een diameter van 2,5 meter per stuk die 60 meter diep de bodem worden ingebracht. De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Worst-case wordt er 1 dag geheid per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig.



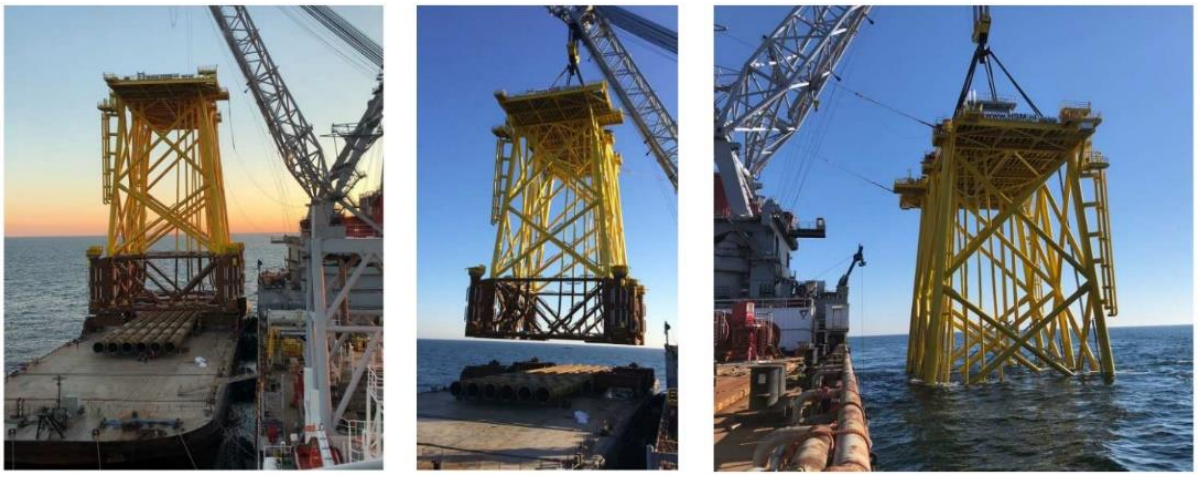
Figuur 8 Verschillende mogelijkheden voor de jacket. Links geeft de optie met 8 palen weer, 60 meter diep. Rechts de optie met 12 palen

Jacket met suction buckets

Bij een jacket met suction buckets zal de fundering waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van circa 8 meter. Een impressie hiervan is weergegeven in *Figuur 9*. Het totaal oppervlak van de fundering is circa 400 m^2. De jacket wordt op het zeebed gezet waarna het water wordt weggepompt uit de buckets. Hierdoor ontstaat een onderdruk en worden de buckets als het ware het zeebed ingezogen. De buckets gaan 6 tot 8 meter de zeebodem in. De tijdsduur voor het installeren van de draagconstructie is 2 tot 3 dagen. Bouw en installatie zijn gelijk aan stalen jacket maar zonder het heien. In Figuur 10 is een impressie van het plaatsen van een jacket weergegeven.



Figuur 9 Impressie van een jacket met suction buckets



Figuur 10 Impressie van het plaatsen van de jacket

Element op en rondom de jacket

TenneT is op dit moment bezig met het opstellen van een standaard aanpak voor nature inclusive design (NID) rondom platformen. Rondom de jacket zal daarom een combinatie van de volgende maatregelen gerealiseerd worden:

- Vishotels aan de jacket.
- Grotere stenen op de steenbestorting en/of rondom het platform.
- Rifelementen op de steenbestorting en/of rondom het platform.

Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Impressie van building with nature elementen rondom een platform op zee

Topside

Als volgende stap in de aanleg van het platform wordt de topside geïnstalleerd. Net als de constructie van de draagconstructie, vindt de constructie van de topside van het platform plaats op land. De topside wordt door middel van een transportbak (barge) naar de uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op de jacket plaatsen, zie *Figuur 12*. Een alternatieve methode is dat de topside over de jacket vaart en vervolgens de transportbak laat zakken, waardoor de topside op de jacket zakt. Om deze methode mogelijk te maken zal de jacket hierop ontworpen moeten worden. Vervolgens zal de topside aan de jacket worden vast gelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat het jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform ("*jack-up barge*") naast het platform worden geplaatst voor ongeveer achttien maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. De steunpoten van het werkplatform worden geplaatst op de eerdergenoemde erosiebeschermingsstroken.



Figuur 12 Plaatsen van de topside door middel van een kraan (drie afbeeldingen links) of door deze over het jacket te varen (foto rechts)

3.2.4.1 Vaarbewegingen

Voor de aanleg van het platform zijn een aantal vaarbewegingen nodig. Deze staan weergegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Vaarbewegingen voor de aanleg van het platform op zee.

Activiteit	Type schip	Vaarbeweging
Aanbrengen stortsteen tbv platform	Fall pipe vessel	2x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Installeren	Jack-up barge	1x retour vanuit Haven Rotterdam

3.2.5 Gebruik en onderhoud

Gedurende de gebruiksfase van het platform is regulier (gepland) onderhoud vereist. Hierbij worden de systemen van het platform algemeen onderhouden, ook kan groter onderhoud aan systemen plaatsvinden binnen dit geplande onderhoud wanneer dit nodig is. Bij storingen of defecten van systemen kan daarnaast ook ongepland onderhoud vereist zijn. De uitgangspunten omtrent onderhoud die in dit document worden aangehouden zijn worst-case, in de praktijk is het aannemelijk dat de duur, frequentie en inzet van materieel lager is.

Regulier onderhoud gebeurt jaarlijks en neemt ongeveer drie weken in beslag. Tijdens deze periode worden 48 personeelsleden ingezet op het platform, zij worden naar alle waarschijnlijkheid middels een helikopter naar het platform getransporteerd. Hiervoor zijn ca. 33 helikopter vluchten vereist, voor materieel en andere benodigdheden zijn er daarnaast 4 vaarten met een (bevoorradings-) schip vereist. In de onwaarschijnlijke situatie dat personeel toch hoofdzakelijk met een schip naar het platform wordt gebracht wordt het aantal helikopter vluchten verlaagt naar 3 tot 8. Het aantal vaarten met een (bevoorradings- of crewtransfer-) schip wordt verhoogd naar ca. 29. De inzet van een schip voor het personeel leidt echter tot een groot verlies in tijd en flexibiliteit, hierdoor is de keuze voor deze optie in praktijk niet aannemelijk.

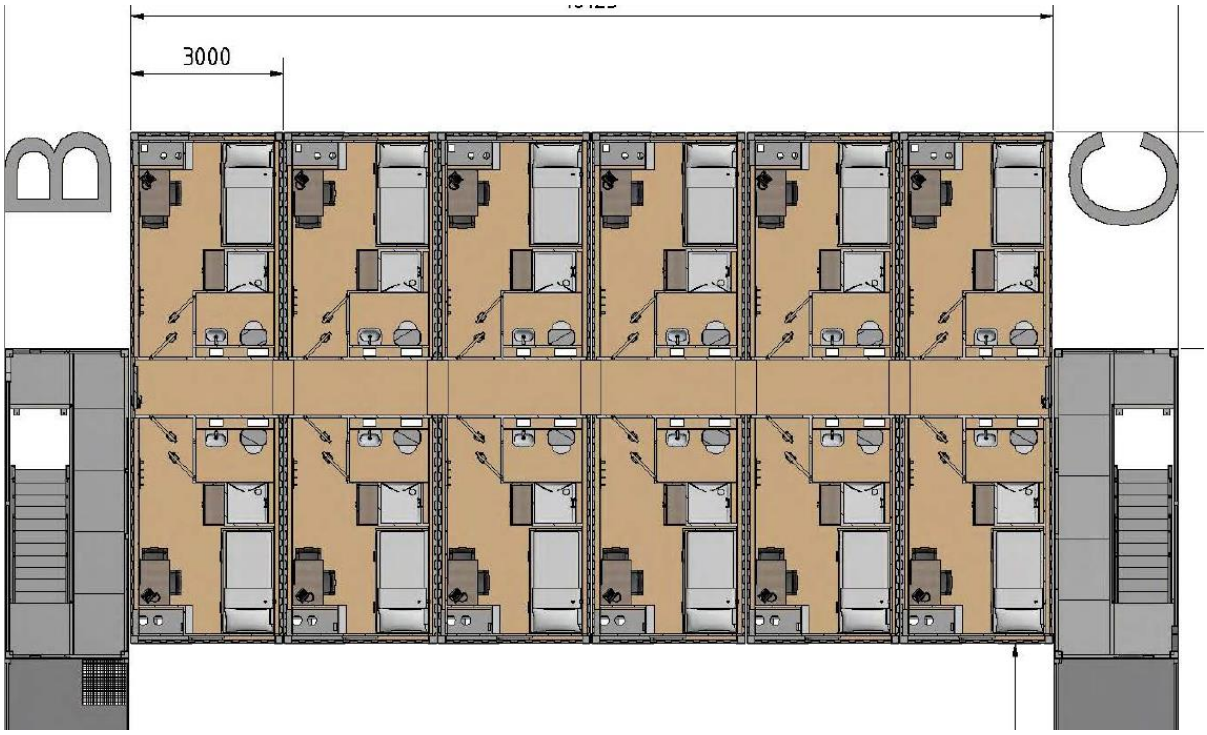
Ongepland onderhoud is worst-case vier keer per jaar nodig, de inschatting is dat elk ongepland onderhoud twee dagen in beslag neemt. Voor het verhelpen van storingen en defecten is snelheid van belang, om deze reden wordt een helikopter ingezet om enkele personeelsleden naar het

platform te transporteren. Er zijn twee vluchten vereist per ongepland onderhoud. Er is geen inzet van schepen tijdens ongepland onderhoud.

Gedurende de levensduur wordt de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

3.2.6 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopter deck. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de bemanning in de verblijfsruimte in containers op het bovendek. Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 96 mensen. Gedurende regulier onderhoud verblijven er 48 mensen. Een impressie van de verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13 Impressie van de living quarters (48 persoons single cabin, 96 persoons double cabin)

3.2.7 Afwatering en toiletsystemen

Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, in zee geloosd worden. Voor hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in de vuilwatertank. Voor schoonmaakwerkzaamheden wordt water uit de drinkwatertank gebruikt. Het platform wordt gereinigd met hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een deckwash zal ongeveer 30 m^3 aan water worden gebruikt.
Er zijn op twee plekken toiletten op het platform:

- In de Modular Living Quarter (MLQ).
- In het permanente gedeelte van het platform.

In de MLQ zal dat bestaan uit normale toiletten en een sewage plant (zuiveringsinstallatie). In het permanente gedeelte van het platform komen incineration toiletten en urinoirs. De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. De sewage plant zal ongeveer 10m^3/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan.

Het meeste van die 10m^3/dag zal na verwerking worden geloosd in zee en een kleine hoeveelheid in de 'sludge tank' belanden. Deze wordt wanneer deze vol is geleegd door een offshore support vessel. De incineration toiletten 'verbranden' de vaste uitwerpselen en urine.

Het afvalwater van de toiletten wordt alleen gezuiverd bij gepland onderhoud. Tijdens ongepland onderhoud kan er gebruik gemaakt worden van de verbrandingstoiletten. Daardoor hoeft de zuiveringsinstallatie bij ongepland onderhoud niet aangezet te worden. Daarnaast is er een afvalwater tank van 20m³ toegevoegd aan het platform. Deze wordt gebruikt voor ongepland onderhoud tezamen met de verbrandingstoiletten. De afvalwater tank kan gedemobiliseerd worden. De inhoud van de afvalwater tank wordt niet geloosd.

3.2.8 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens de gebruiks- en aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt a.d.h.v. de wettelijke richtlijnen waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO) ter beoordeling.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en verholpen worden door ingezonden monteurs.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.

3.2.9 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden. Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.
In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met

scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren twee permanente dieselgeneratoren (circa 0,5-1,5 MW per stuk) het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd. Hierdoor zal een black-out niet leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

De dieselgeneratoren en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olielekkage naar zee te voorkomen. Op plekken waar olie kan lekken wordt dit opgevangen en via een olie-waterafscheider behandeld. In het geval er dan olie aanwezig is, wordt dit opgeslagen in een tank. In het geval er na de olie-waterscheiding geen olie aanwezig blijkt te zijn, gaat dit over boord. Water dat op de open dekken komt, gaat direct over boord.

Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformatorkamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

3.2.10 Verwijdering

De levensduur van het platform is tenminste 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving, blijven de funderingen deels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Mogelijk krijgt het platform dan nog een andere functie. Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soort gelijke methode. Bij verwijdering van de jacket worden de palen minimaal 6 meter onder de zeebodem verwijderd. Gezien werkzaamheden als heien niet vereist zijn voor de verwijdering van het platform wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case worden daarom de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.3 Kabels op zee

3.3.1 Route kabels

Het gedeelte van de kabels op zee loopt van het platform tot de verbindingsmof met de landkabels op het strand bij de Maasvlakte zie Figuur 4 in paragraaf 1.3. Het gehele VKA-tracé op zee bestaat uit gebundelde 525kV-gelijkstroomkabels.

3.3.2 Ontwerp kabels op zee

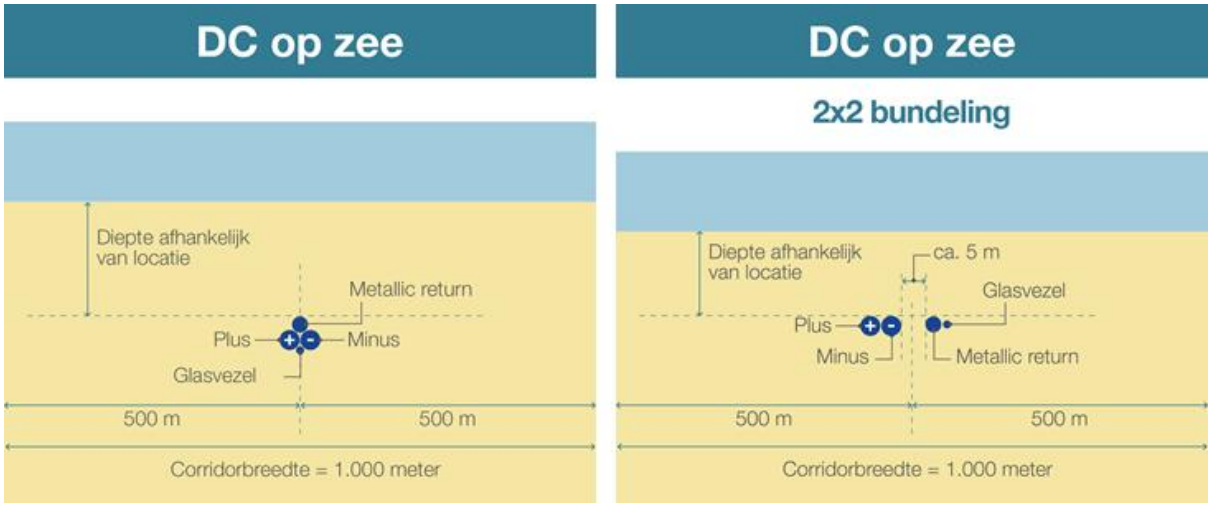
De 525kV-gelijkstroomkabels op zee bestaan uit vier kabels in een gebundelde configuratie. De kabels hebben een buitenste diameter van 150-190 mm (525kV-gelijkstroomkabels), 120–140 mm (metallic return kabel) en 50–70 mm (glasvezelkabel). De exacte afmetingen van de kabels worden bepaald door de aannemer op basis van het VKA-tracé, ingraafdiepte en bodemgesteldheid.

Voor de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn er twee kabelconfiguraties mogelijk (zie Figuur 14):

- (1x4)-kabelconfiguratie waarin de metallic return en de glasvezelkabel direct bij de plus- en de minpool liggen;

- (2x2)-kabelconfiguratie waar de metallic return en de glasvezelkabel op enkele meters afstand (ca. 5 m) van de plus- en de minpool liggen.

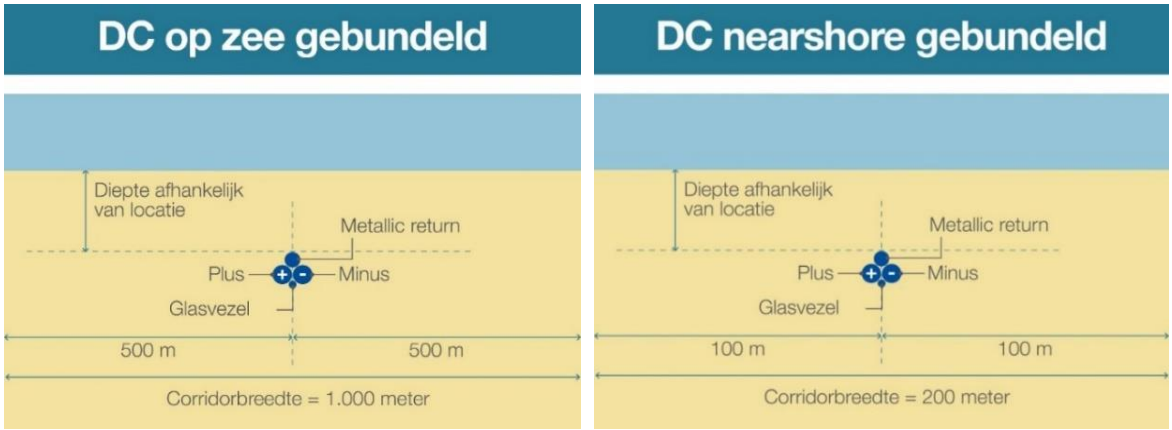
De keuze voor een kabelconfiguratie heeft geen gevolgen voor de breedte en ligging van het tracé maar heeft wel gevolgen voor de aanlegwijze.



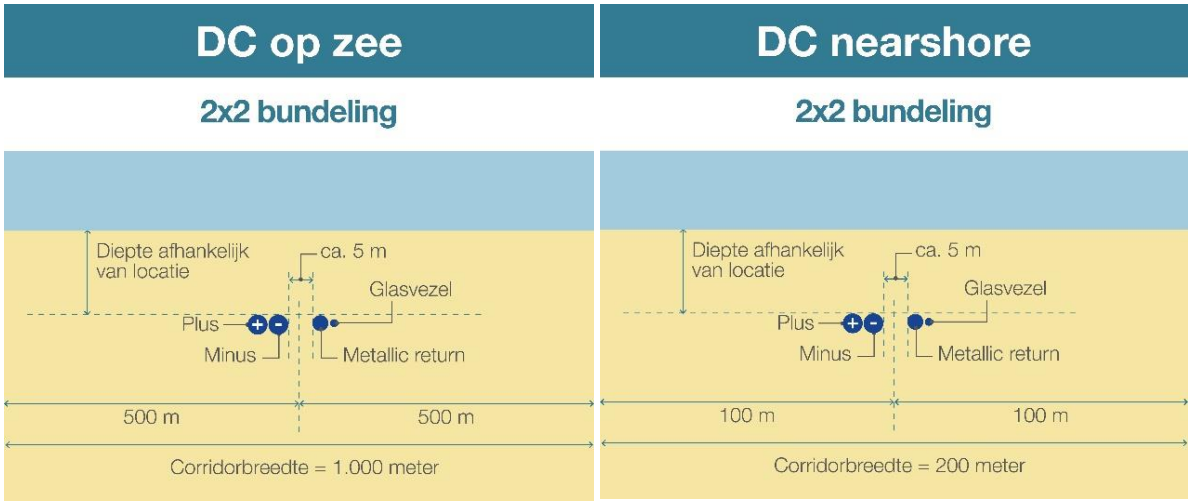
Figuur 14 (1x4)-kabelconfiguratie op zee (links) en (2x2)-kabelconfiguratie op zee (rechts)

3.3.3 Corridor

Het kabelsysteem heeft een post-constructie exclusie zone ("*post construction exclusion zone*") buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie (Figuur 15) als de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 16). Het VKA-tracé kruist op ongeveer 2 kilometer uit de kust de gemeentegrens van de Gemeente Rotterdam. Op verzoek van het Havenbedrijf Rotterdam wordt binnen dit gemeentelijk ingedeeld gebied een smallere corridorbreedte voor de kabel gehanteerd. De corridor bedraagt op dit stuk 200 (2x100) meter voor de (1x4)-kabelconfiguratie (Figuur 15) en de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 16).



Figuur 15 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust (rechts) voor de (1x4)-kabelconfiguratie



Figuur 16 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust (rechts) voor de (2x2)-kabelconfiguratie

3.3.4 Kabeldiepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Hoe diep de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta gegraven worden is afhankelijk van verschillende factoren. Er zijn voorschriften vanuit de Nederlandse wet en/of vergunningen, welke gebruikt worden als maatstaaf voor de absolute minimumdiepte. Deze schrijven in het kustgebied (tot drie kilometer uit de kust) een minimale gronddekking van 3 meter voor. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter in een VSS voorgeschreven. De maximale gronddekking is onder andere afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot de thermische weerstand van het omliggende sediment. Andere factoren die meespelen bij het bepalen van de gronddekking zijn het risico op beschadiging en onderhoudskosten.

De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek: tot 3 meter vanaf de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname. In het kustgebied geldt generiek 3 meter gronddekking, gemeten vanaf de zeebodem. Op sommige plekken zal dit, rekening houdend met zandgolven, een trenchdiepte van 5 meter betekenen.

Het VKA-tracé loopt door gebieden met veranderende zeebodems. De morfologische veranderingen in diepte nemen jaren of decennia in beslag. Op lange termijn kan deze mobiliteit de gronddekking van de kabels bedreigen. Zeebodemmobiliteit kan niet nauwkeurig op lange termijn worden voorspeld. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten. TenneT voert een RBBD-studie uit om te kunnen bepalen voor het hele VKA-tracé hoe diep de kabel begraven moet worden op basis van risicobepaling per segment van de route.

Er zijn ook snel bewegende ‘zandgolven’ van de zeebodem. Deze golven kunnen 0,5 tot 1,5 meter hoog zijn en bewegen tientallen tot honderden meters per jaar. Hierom wordt de graafdiepte van de kabel gedefinieerd ten opzichte van het laagste niveau onder deze golven. Er zijn twee methodieken

waarmee de kabels tot de gewenste diepte onder deze zandgolven kunnen worden aangelegd. Of de zandgolven worden voor kabelaanleg afgevlakt, of de kabels worden onder de zandgolven aangelegd, dus dieper dan de vereiste diepte.

3.3.5 Aanleg kabels

Initial route survey

Na het bepalen van het voorkeursalternatief zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geotechnische en geofysische survey. Ook zijn obstakels, zoals kruisingen met kabels en leidingen onderzocht. De lijst met kabelkruisingen is te zien in Figuur 17.

NR.	NAAM	EIGENAAR	KABELSOORT	STATUS
1	Concerto 1 Segment 1 North	Flute Ltd	Telecom	IS
2	PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom	OOS
3	BRITNED route	Tennet (BritNed)	Elektra	IS
4	Ulysses 2	MCI World Com	Telecom	IS
5	Circe 1 North	Viatel UK Ltd	Telecom	IS
6	COAM	Pipiper	Telecom	Toekomstig
7	UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom	OOS
8	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom	IS
9	Telecomkabel TAT14 Segment I	British Telecom	Telecom	IS
10	UK - NL 6	KPN	Telecom	OOS
11	UK - NL 4	Onbekend	Telecom	OOS
12	Hermes 1	GTS	Telecom	OOS
13	UK - NL 5	Onbekend	Telecom	OOS
14	Concerto 1 Segment 1 East	Flute Ltd	Telecom	OOS
15	Rioja 3	KPN	Telecom	OOS
16	Rembrandt 1	KPNQwest	Telecom	OOS
17	Circe north 2 replacement	Zayo	Telecom	Toekomstig
18	UK - NL 10	Onbekend	Telecom	OOS
19		Dana Petroleum Netherlands B.V.	Pijpleiding	IS

Figuur 17 Lijst met kabelkruisingen (op zee) voor Net op zee IJmuiden Ver Beta

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een, in ieder geval geofysische, survey plaats langs de kabelroute, uitgevoerd door de aannemer. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, te scannen op mogelijke obstakels en om de bodemomstandigheden langs de route te verkennen. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Optimaliseren gebeurt door het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels tot een praktisch minimum te beperken, door de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, door de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobiliteit tot een minimum te beperken en door obstakels (niet gesprongen explosieven, puin etc.) te vermijden.

Voorbereiding kabelaanleg

Na het zeebodemonderzoek vinden de volgende stappen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel. Een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel zoals visnetten e.d. van het betreffende stuk zeebodem worden verwijderd. De haak wordt langzaam achter een boot voortgesleept, het vervolgens omhooggehaalde afval wordt aan land gebracht en verwerkt middels regelgeving die daarop van toepassing is.

- Verwijderen van niet meer in gebruik zijnde telecomkabels: De kabels worden naar het dek getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor de kabels voor Net op zee IJmuiden Ver Beta zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.
- Het is gebruikelijk gebleken dat niet gedetecteerde kabels worden aangetroffen tijdens activiteiten zoals voorbereidend onderzoek, klaring van de route of aanleg van de kabels. Als een dergelijke kabel, of pijpleiding, wordt gevonden kan worden geprobeerd deze dieper te begraven waardoor de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Beta met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Als dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Voorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het VKA-tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, worden, waar nodig, deze secties gebaggerd worden. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is typisch zo'n 14 meter per kabel. De breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.
- Pre-trenching run: als er gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, wordt een pre-burial run overwogen. Dezelfde graafinstallaties worden gebruikt, zonder kabel, op de benodigde secties. Als de pre-burial run niet succesvol lijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie van de kabels

Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Er komen moflocaties (‘*offshore joints’)* langs het VKA-tracé. Dit is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Er wordt van uitgegaan dat deze om de 40 á 60 kilometer voorkomen. Voor de installatie van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn aanpassingen aan de schepen nodig om de vier kabels die deel uitmaken van de bundel te kunnen transporteren (alleen bij de (1x4)-configuratie). Tot nu toe zijn de installatieschepen uitgerust om maximaal twee afzonderlijke kabels plus een glasvezelkabel te dragen. Dit wordt als een haalbare optie beschouwd. Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 18) bij zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als (2x2)-kabelconfiguratie:

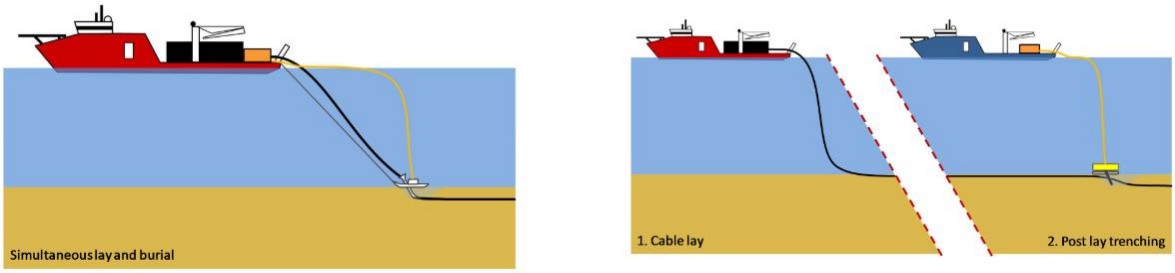
‘Simultaneous Lay and Burial’ (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

‘Post Lay Burial’ (PLB)

In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaan als bij methode SLB. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm.

Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 18 Simultaneous Lay and Burial' (links) en Post Lay Burial (rechts)

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep van deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolvingen, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. In de aanbestedingsfase stellen de aannemers een '*burial assessment*' studie op, op basis van de aangeleverde bodeminformatie en de specifieke kenmerken van de apparatuur die zij kunnen bieden (Tabel 2).

Tabel 2 De meest voorkomende ingraaftechnieken (niet-limitatieve lijst)

Kabel begraven op zee	
Jetten (jet sledge)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
ROV jet trenchers	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreesd is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).
Ploegen (cable plough)	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. *Let op*: er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Mass flow excavation	Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass Flow Excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass Flow Excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesief bodemmateriaal als zand.

Overige ingraaftechnieken kunnen worden gebruikt als het hoofdvaartuig niet geschikt is voor nabij de kust (zie Tabel 3). Deze vereisen een transportbak (*'barge'*) die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbedieningsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 3 Ingraaftechnieken geschikt voor nabij de kust (incomplete lijst)

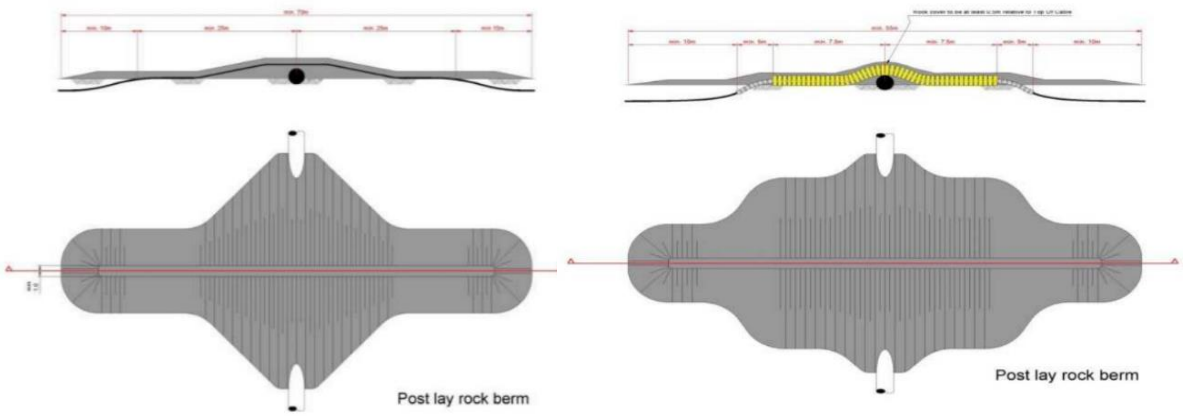
Kabel begraven op zee	
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)

3.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Installatie

Zoals beschreven in paragraaf 3.3.5 (onder initial route survey) worden er verschillende kabels en leidingen gekruist. Er zijn verschillende soorten structuren geschikt voor het kruisen van in gebruik zijnde activa van derden waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar. Deze structuren zorgen normaal voor een scheiding van 0,3 meter of meer. De keuze voor het type structuur gaat in overleg met de andere partij.

De eerste is een scheiding door het plaatsen van stenen, met een buitenste beschermlaag van steen (Figuur 19). De tweede is een scheiding door een scheidingssysteem, met een buitenste beschermlaag van steen (zie ook Figuur 19). Een andere mogelijkheid is een scheiding door een 'mattress' van betonnen blokken, met een buitenste bescherming door rots. Nadeel is dat de 'mattresses' instabiel bleken als ze niet worden beschermd door steen. Dat vereist een korte doorlooptijd tussen het kabellegschip en het bestortingsvaartuig na installatie van het 'mattress'. Een vierde optie is een scheiding door zand- of groutzakken of steennetten, met een buitenbescherming door steen. Nadeel is dat het plaatsen van deze zakken of netten arbeidsintensief is.



Figuur 19 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts). Boven laat een doorsnede zien en onder het zicht van bovenaf

Post-installatie

Na de werkzaamheden zal een '*as built*' survey uitgevoerd worden, om de werkelijke graafdiepte langs het VKA-tracé en de bathymetrie te meten. Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is, kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV-jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, worden de kabels na het leggen beschermd door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

3.3.7 Gebruik en onderhoud

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Er wordt periodiek onderzoek uitgevoerd naar de diepte van de ingegraven kabels. Als de kabel niet op de vereiste diepte ligt, kan deze extra worden ingegraven. Ook worden de kruisingsconstructies periodiek geïnspecteerd. Indien nodig kan aanvullende steenstorting plaatsvinden. Ook kan herstel van een kabelstoring plaatsvinden als een kabel defect raakt door een interne of externe oorzaak.

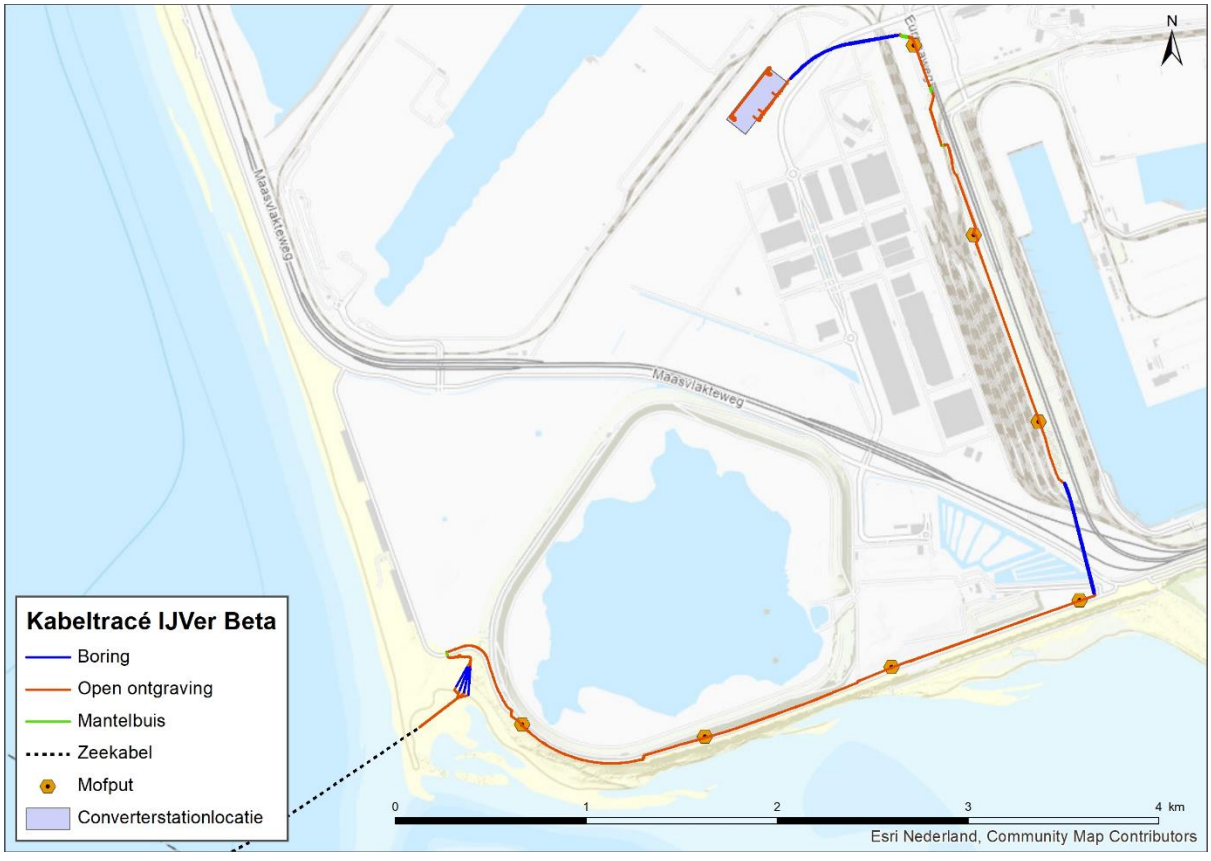
3.3.8 Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Gezien methodes als baggeren of trenchen niet worden toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.4 Kabels op land

3.4.1 Route kabel

De route van de kabels op land is weergegeven in Figuur 20. Het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta landt aan op het strand van de Maasvlakte, de kruising van het strand vindt plaats met open ontgraving. Deze open ontgraving zal worden doorgezet tot boven aan de parkeerplaatsen. Het tracé vervolgt via open ontgraving in oostelijke richting tot aan het eind van de parkeerplaatsen, waar de Noordzeeboulevard zal worden gekruist naar de noordzijde van deze weg, middels een boring. Het tracé vervolgt in oostelijke richting tot de beschermingszone van de waterkering. Door middel van een boring zal het tracé in noordelijke richting vervolgen en parallel lopen aan spoor en weg (via open ontgraving en boring). Ter hoogte van de CER (Container Exchange Route) volgt een boring in westelijke richting naar het converterstation.



Figuur 20 Het VKA-tracé op land en de locatie van het converterstation

3.4.2 Aanleg

Open ontgraving

In Figuur 21 is de kabelconfiguratie en werkstrookbreedte bij open ontgraving weergegeven. Bij een open ontgraving worden de verschillende bodemlagen apart afgegraven en neergelegd. Na het leggen van de kabel wordt de open ontgraving weer dichtgemaakt waarbij de oorspronkelijke aardlagen weer in de correcte volgorde worden teruggeplaatst. De diepte van de ontgraving is circa 1,6 meter. De breedte van de ontgraving hangt af van lokale bodemcondities. Indien nodig wordt regen- en/of grondwater uit de trench gepompt en in nabijgelegen oppervlaktewater geloosd, in overeenstemming met de vergunningsvereisten. Naast de trench wordt een tijdelijke werkweg aangelegd voor het verplaatsen van zware apparatuur. Waar nodig wordt de bodem en/of weg beschermd met beschermmatten. De vereiste breedte van het projectgebied voor open ontgraving is circa 27 meter voor de 525kV-kabel.

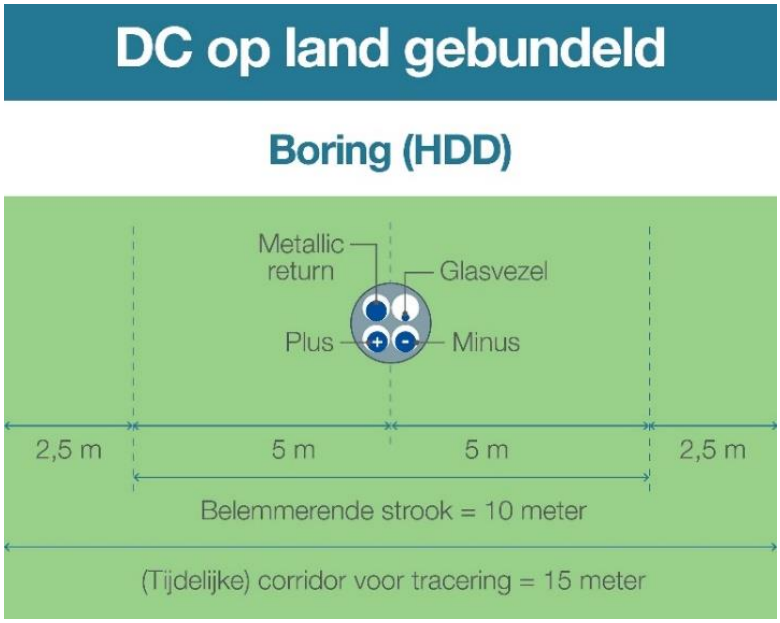


Figuur 21 De kabelconfiguratie en werkstroombreedte bij open ontgraving van Net op zee IJmuiden Ver Beta

De kabels worden gelegd met rollers, kabelspanners en lieren en worden op een bodem van opvulzand gelegd. Er volgt een dekking van ongeveer 200 mm van hetzelfde zand en een laag beschermingstegels (vaak rood met waarschuwingstekst). De trench wordt direct na het leggen van de kabels afgesloten met de originele grond. Eventuele overtollige grond wordt gelijkmatig over het projectgebied verspreid, waardoor de grond in de toekomst enigszins kan worden verdicht. De verdichting zorgt voor een stabiele bodem en voorkomt bodemdaling op maaiveld.
De installatiewerkzaamheden duren zes tot tien weken per kilometer 525kV-gelijkstroomkabel. Voor de aanleg van de kabels is langs delen van de Europaweg bemaling benodigd. Voor de bemaling wordt uitgegaan van een droogleggingsniveau van 1,6 m onder het maaiveld en wordt worst case uitgegaan van een duur van 4 weken.

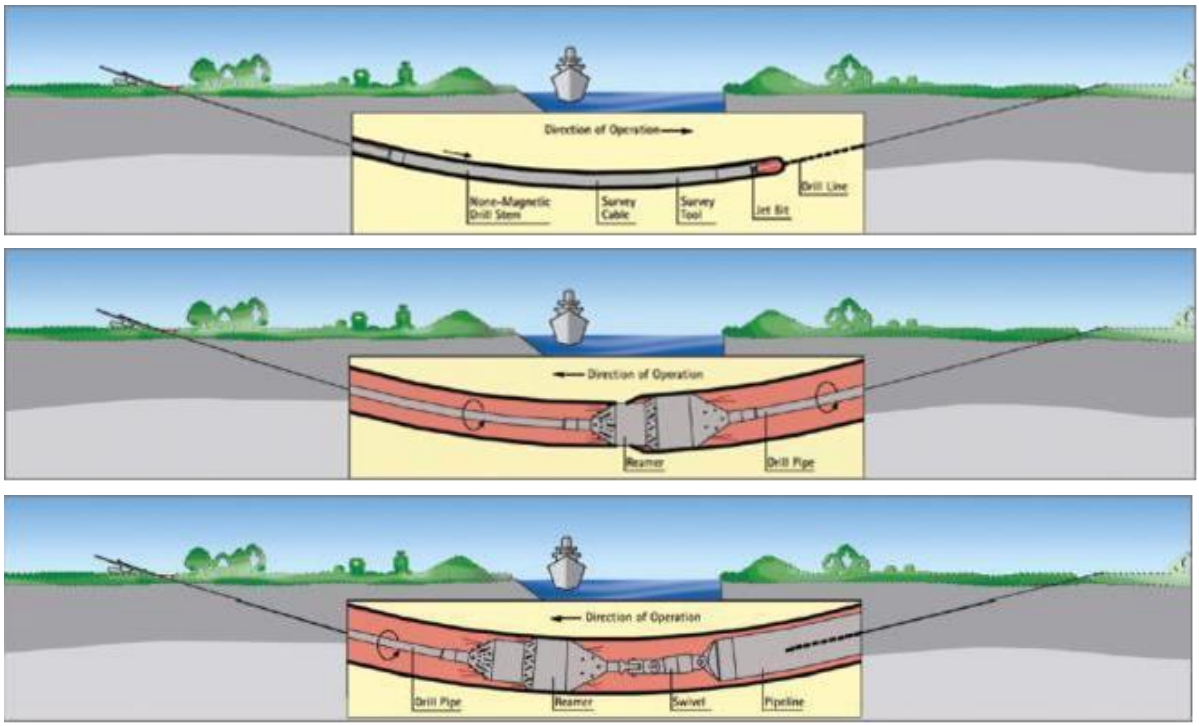
Boringen

“Horizontal directional drilling” (HDD, Horizontaal gestuurde boring) is de voorkeursmethode voor boren die gebruikt zal worden. De kabelconfiguratie in het geval van een boring is weergegeven in Figuur 22. De corridor voor tracering is 15m. Op de Maasvlakte worden standaard geen Zakelijk Recht Overeenkomsten (ZRO’s) afgesloten. Hierdoor is er geen sprake van een ZRO-strook, maar van een belemmerende strook (bij boring HDD). De belemmerende strook is 10m.



Figuur 22 HDD configuratie voor 525kV-gelijkstroomkabel

Een horizontale boring gebeurt in drie stappen (Figuur 23). In de eerste stap wordt van het intredepunt naar het uittredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door één of meerdere keren een verruimende boor doorheen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. In de laatste stap wordt een pijp door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden. Op die manier wordt de pijp in het gat getrokken. Wanneer de pijp ligt kan die worden schoongemaakt en kunnen de kabels er vervolgens doorheen getrokken worden. De uitvoertijd van 1 boring duurt ongeveer twee weken. De maximale lengte van een boring is 1.200 meter vanwege restricties in het kabeltransport.



Figuur 23 De drie stappen van een horizontale boring

De benodigde ruimte naast de boorlocatie moet voldoende zijn voor de boorinstallatie zelf en bijbehorende materieel. Het tijdelijke werkgebied bij het in- en uittredepunt is afhankelijk van de lengte en het type boormaterieel. Gebruikelijke afmetingen zijn:

Tabel 4 Specificatie van benodigde ruimte en materieel voor verschillende HDD lengtes

HDD lengte	Ruimte HDD materieel	Materieel
<500 meter	25 x 30 m = 750 m^2	100 T
500 - 1.000 meter	30 x 50 m = 1.500m^2	100 – 150 T
>1.000 m	50 x 50 m = 2.500 m^2	250 T en meer

Voor tijdelijke opslag van leidingsecties inclusief lasruimte is circa 2 hectare benodigd. Ook moet rekening worden gehouden met ruimte voor kranen en rollen.

3.4.3 Gebruik en onderhoud

In principe vindt er geen onderhoud plaats aan de kabels, behalve als er calamiteiten zijn. In dat geval wordt indien nodig de kabel opgegraven, hersteld en daarna wordt de opgraving weer afgedicht.

3.4.4 Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen. De methode voor het verwijderen van de kabels op land zal vergelijkbaar zijn met de methode die wordt gebruikt tijdens de aanlegfase. Als worst-case scenario worden de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.5 Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere kabels die aan elkaar geschakeld zijn. Het type schakel hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale VKA-tracé is er sprake van 4 typen kabelverbindingen die in de paragrafen hieronder uitgebreid worden omschreven:

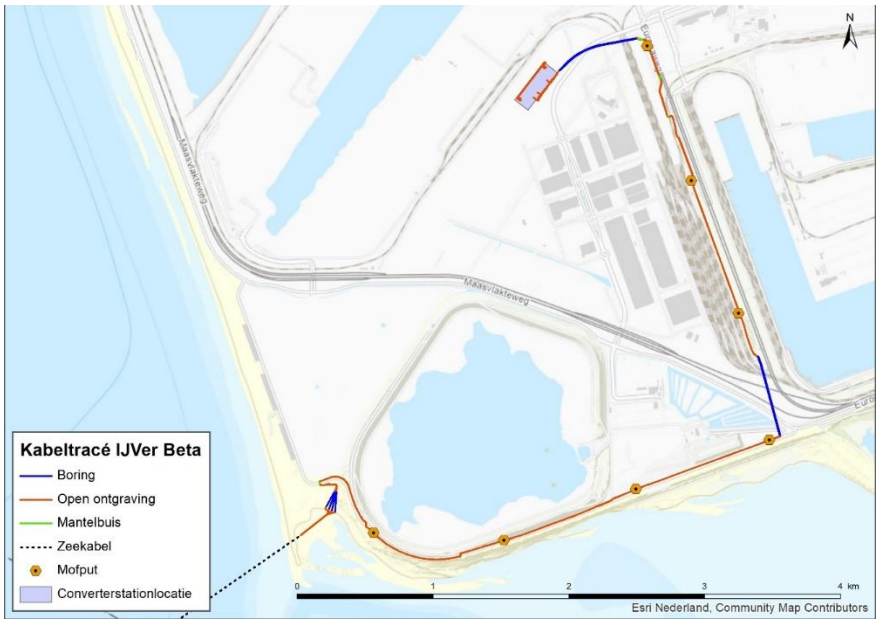
- Moflocaties (jointlocaties tussen 2 zeekabels)
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel)
- Mofput (jointlocatie tussen 2 landkabels)
- Aardput (jointlocatie tussen 2 landkabels in een aardput)

3.5.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer. Binnen (<10km) de kustzone worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) heeft een afmeting van circa 6 meter x 0,5 meter en is als het ware een smalle metalen box die om de kabel heen zit. Doordat het enkelkernige kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft vinden er 4 verbindingen plaats in elke moflocatie.

3.5.2 Verbindingsmof (overgang zee/land)

Voor de overgang tussen de kabels op zee en land zal een verbindingsmof / '*transition joint*' (overgangsverbinding) noodzakelijk zijn. Dit is een soort 'kroonsteen' tussen de zee- en landkabel. Deze verbindingsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. De aanlanding van de kabel gaat via een mofput van ongeveer 50 m^2 waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien. De ligging van de mofput ten opzichte van de kust is te zien in Figuur 24. Aangenomen wordt dat deze mofput een oppervlakte van ongeveer 5 bij 10 meter heeft, en 1,6 meter diep is. De gewenste ontwateringsdiepte is 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.



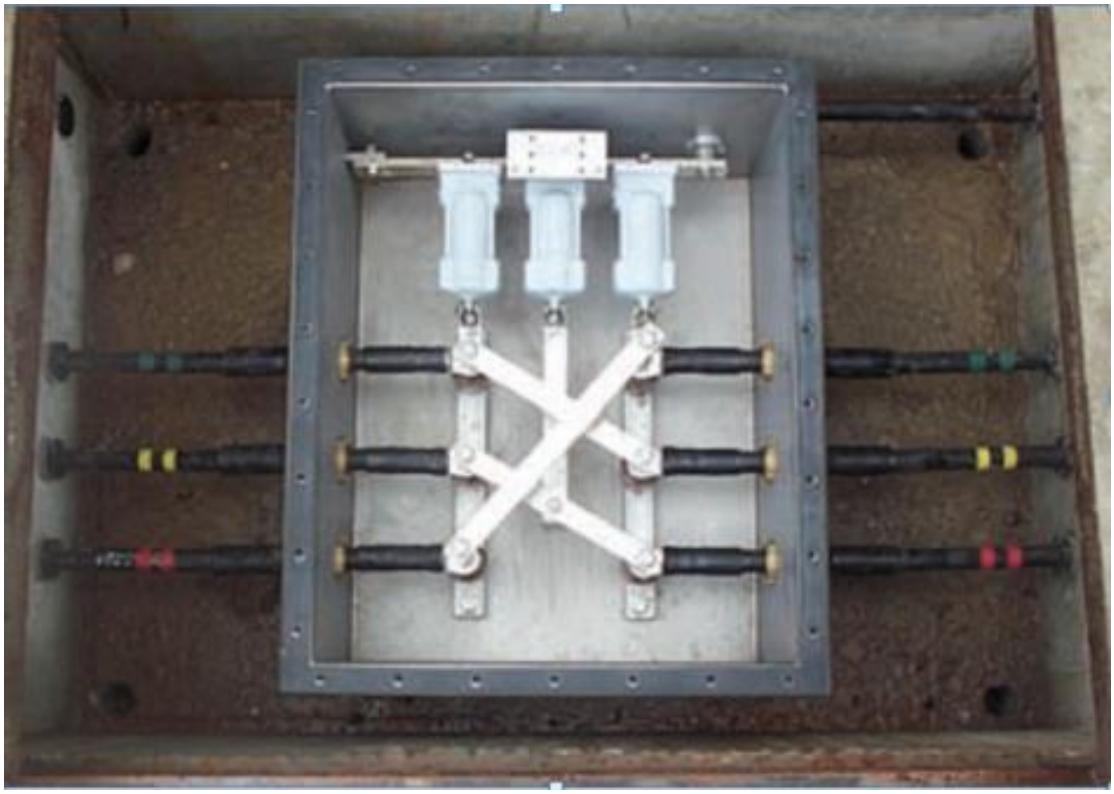
Figuur 24 Locatie verbindingsmof, mofputten en tracé landkabels naar converterstation (de verbindingsmof ligt op de grens van het land en zee tracé).

3.5.3 Mofput (op land)

Op land zijn 6 verbindingsmoffen nodig om de landkabels te verbinden (om de circa 800 tot 1.200 meter). De mofputten zijn weergegeven in Figuur 24. Deze mofputten hebben een oppervlakte van 5 bij 10 meter en zijn 1,6 meter diep. Mofputten worden altijd aangelegd in de zone van open ontgraving (in lijn met het tracé), de mofputten zijn ondergronds en worden afgedekt met een betonplaat onder het maaiveld, welke na realisatie niet meer zichtbaar zijn. Er komen geen andere structuren t.b.v. het tracé (zoals bouwwerken voor kleine converterlocaties o.i.d.) op een mofput te staan. De gewenste ontwateringsdiepte bij de realisatie is 1,6 meter en de duur van de bemaling drie tot vier weken.

3.5.4 Aardputten (op land)

Naast de joints zijn er op land twee aardputten. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel van circa 1 bij 1 meter. Dit is vergelijkbaar met een putdeksel in de straat die is afgewerkt gelijk met het maaiveld. De earthing-box zit in de aardput verwerkt. In Figuur 25 is een voorbeeldafbeelding van een earthing box weergegeven.

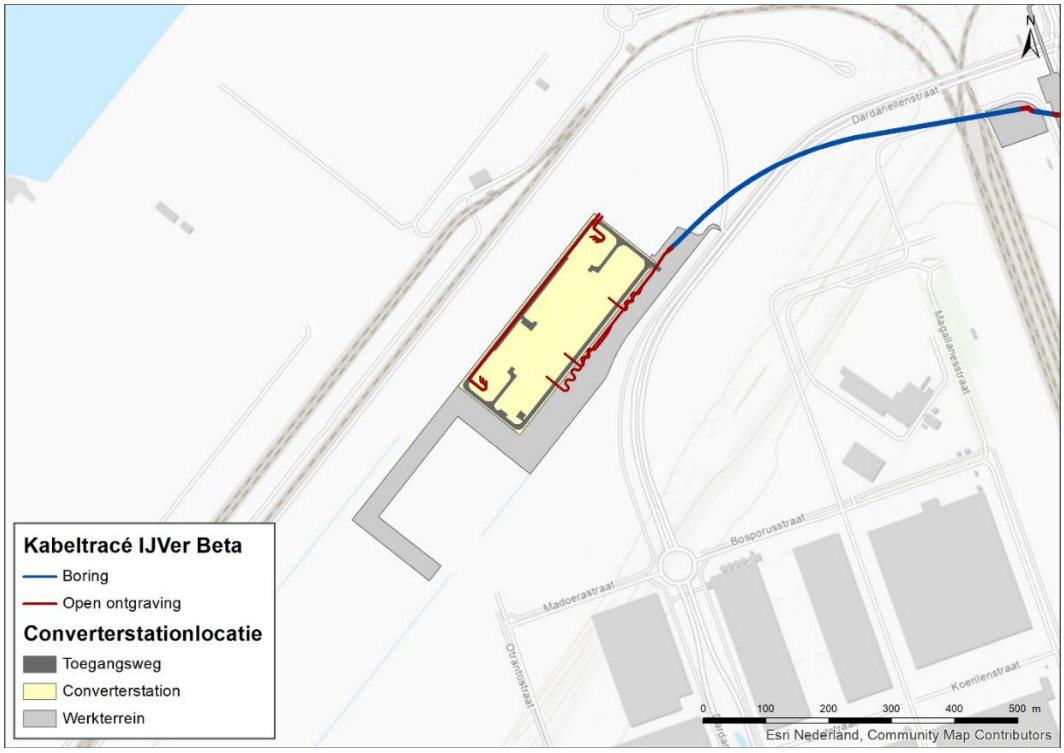


Figuur 25 Foto van een aardput

3.6 Converterstation

3.6.1 Locatie en afmetingen

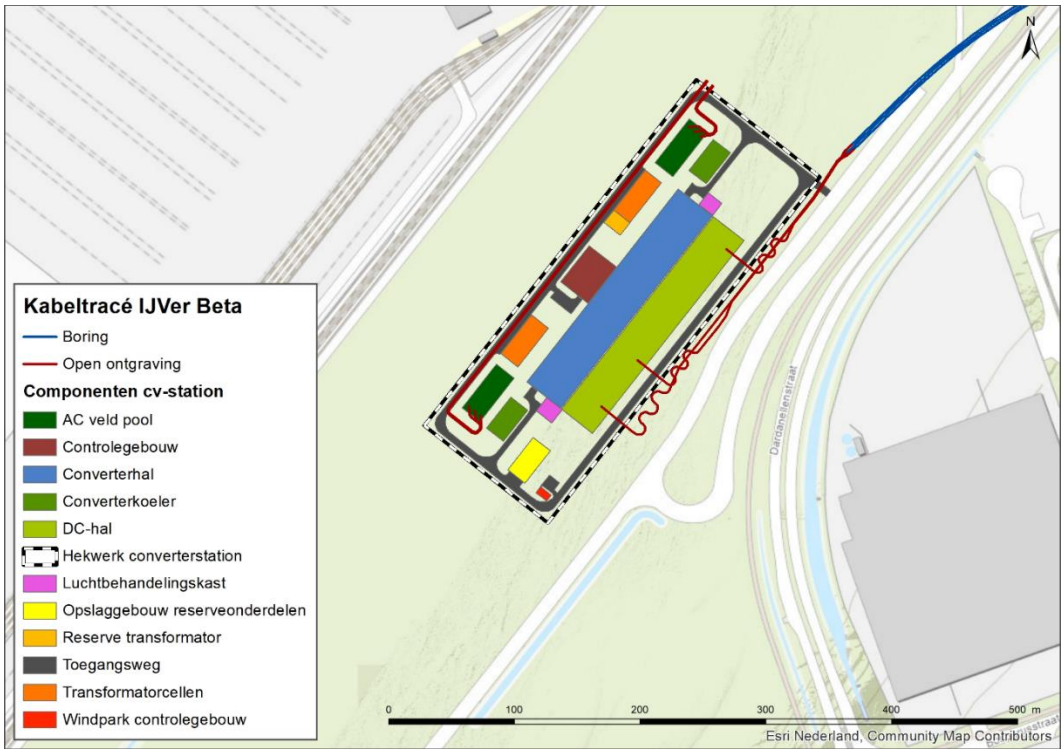
In het converterstation wordt het voltage van 525kV-gelijkstroom omgezet naar 380kV-wisselstroom zodat het kan aansluiten op het bestaande hoogspanningsnet van TenneT. In totaal is circa 4,5 ha grond benodigd voor de realisatie van het converterstation. De verwachte afmetingen van het converterstation zijn minimaal circa 125 bij 370 meter met een maximale hoogte van 25 meter (gemeten vanaf het maaiveld). De locatie van het converterstation is weergegeven in Figuur 26.



Figuur 26 Locatie van het converterstation

3.6.2 Ontwerp

Het converterstation krijgt een gespiegelde opstelling: het servicegebouw staat in het midden van het terrein met aan weerszijden een converterhal met transformatoren aan de buitenkant. Het ontwerp is weergegeven in Figuur 27. Onder de control building wordt ook een kelder aangelegd van 2,10 tot 2,5 meter diep.



Figuur 27 Lay-out van het converterstation

Naast de noodzakelijke componenten van het converterstation worden volgens het 'Standaard Programma van eisen Bouwkunde' (d.d. 19 juni 2020) van TenneT op het terrein vlinderstruiken geplant, bloemenmengsels ingezaaid en wordt een bijenhotel geplaatst. Dit zal binnen én buiten het hekwerk gebeuren, waarschijnlijk met name op en rond grasvlakken en de schakeltuinen.

3.6.3 Aanleg

De aanleg van het converterstation bestaat uit twee delen:

- Het civiele deel: alle grondwerk, de aanleg van funderingen, en constructie van alle gebouwen.
- Het elektrische deel: het installeren en aansluiten van alle elektrische apparatuur, hulp-, secundaire- en veiligheidssystemen.

Vóórafgaand aan de aanleg moet het terrein worden opgehoogd om eventuele overstromingen te voorkomen. Het gehele terrein zal minimaal 0,39 m worden opgehoogd. Hiervoor worden kipper vrachtwagens gebruikt. Na het ophogen wordt het perceel geëgaliseerd en het terrein klaargemaakt voor de bouw. Voor de bouw wordt groot materieel zoals hijskranen en rupsmachines ingezet.
Het converterstation op de Maasvlakte zal op staal worden gefundeerd. Er worden dus geen palen de grond ingebracht. Voor de aanleg van het converterstation is bemaling benodigd. Het droogleggingsniveau van deze bemaling is maximaal 3 meter onder maaiveld en er wordt worst case uitgegaan van een bemalingsduur van 4 weken.

3.6.4 Gebruik en onderhoud

Het converterstation is onbemand wanneer het in werking is en kan op afstand worden bediend. De transformatoren worden binnen geplaatst. Vloeistoffen zoals olie en neerslagwater worden op de bodem van deze gebouwen verzameld en via een olie- en waterscheider afgevoerd naar open water of een infiltratiesysteem om olielekkage in het milieu te voorkomen. Jaarlijks worden drie visuele inspecties uitgevoerd, één inspectie valt samen met het jaarlijkse regulier klein onderhoud. Elke drie jaar vindt groot onderhoud plaats. Bij groot onderhoud worden onder meer de oliën en vetten ververst van schakelinstallaties en mechanische delen, ook worden er monsters genomen van de transformatorolie. Daarnaast worden o.a. de oliefilters van de noodstroomaggregaat vervangen en wordt software onderhouden. Materieel dat hiervoor wordt gebruikt zijn (personen)busjes voor de aanvoer van onderhoudsmedewerkers en een aantal kleine elektrische hoogwerkers.

3.6.5 Verwijdering

Wanneer er geen gebruiksfunctie overblijft voor het converterstation na afloop van de levensduur zal deze worden verwijderd. Gezien methodes als heien niet worden toegepast voor de verwijdering wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van het converterstation. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

3.7 Planning

3.7.1 Op zee

Uitvoeringsperiode
De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta vindt worst case plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024.
- 1 maart t/m 31 oktober 2025.

- 1 maart t/m 31 oktober 2026.
- 1 maart t/m 31 oktober 2027.
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

Naar verwachting duurt de aanleg in het geheel drie kalenderjaren, die niet aaneengesloten plaats hoeven te vinden. De aanleg zal plaatsvinden binnen de bovengenoemde periodes. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent werkveiligheid.
De planning voor de aanleg van het platform IJmuiden Ver Beta is als volgt:

- Draagconstructie in 2027-2028.
- Bovenbouw in 2028-2029.

Uitvoeringsduur
In Tabel 5 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Tabel 5 Uitvoeringsduur per onderdeel

Onderdeel	Subdeel	Duur
Aanleg zeekabels	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Bodembescherming	4 tot 6 dagen
	Draagconstructie Jacket Suction buckets	 5 tot 10 dagen 2 tot 3 dagen
	Topside	1 tot 3 dagen
	Elektrische fase	Circa 3 maanden
Aanleg landkabels	Aanleg landkabels open ontgraving	6-10 weken per kilometer DC-kabel en per circuit AC
	HDD-boring	2 weken per HDD-boring
Converterstation	Ophogen locatie converterstation	11 maanden
	Aanleg	3 jaar
	Commissioning	6 maanden

Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt. In hoofdstuk 4 ‘Afbakening’ en hoofdstuk 6 ‘Effectbepaling’ is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan, en wordt er dus alleen gekeken naar het worst-case scenario.

3.7.2 Op land

Landtracé

Voor de aanleg van het VKA-tracé op land geldt dat dit in dezelfde periode van vijf jaar zal plaatsvinden. Deze werkzaamheden hebben een doorlooptijd van één jaar. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent werkveiligheid.

Werktijden stormseizoen

Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt, met uitzondering van het doortrekken van de kabels op land. Dit valt mogelijk binnen het stormseizoen. In hoofdstuk 4 Afbakening en hoofdstuk 6 effectbepaling is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan, en wordt er dus alleen gekeken naar het worst-case scenario.

Converterstation

Eerst wordt de grond opgehoogd over een periode van circa 11 maanden. Daarna bedraagt de aanlegperiode voor het civiele én het elektrische deel van het converterstation worst-case 3 jaar. Na de aanleg van zowel het civiele als het elektrische deel vindt de commissioning (onder spanning zetten van het station) gedurende ongeveer een half jaar plaats. De totale duur is daarmee dus maximaal 4.5 jaar.

De aanleg van de installaties duurt circa 1 jaar en kan mogelijk deels gelijktijdig plaatsvinden met de civiele werkzaamheden, waardoor de 4.5 jaar mogelijk ingekort kan worden.
De aanleg vindt worst-case plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024.
- 1 maart t/m 31 oktober 2025.
- 1 maart t/m 31 oktober 2026.
- 1 maart t/m 31 oktober 2027.
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

4 Afbakening

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Beta plaats, voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als de (2x2)-kabelconfiguratie. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk hebben een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen. Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terechtkomt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchte materiaal.
- Verstoring onderwater:
    - Ten gevolge van continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Ten gevolge van impuls-onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Verstoring boven water als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Habitataantasting door mechanische effecten op land en op zee.
- Elektromagnetische velden op land en op zee als gevolg van het gebruik van het VKA-tracé.
- Verontreiniging, als gevolg van bodemverontreiniging en gebruik van het platform op zee.
- Verdroging op land als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt, voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als de (2x2)-kabelconfiguratie. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

4.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden (zie onderstaande tekstkader voor korte uitleg technieken). Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op beschermde soorten binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 4.3.
Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

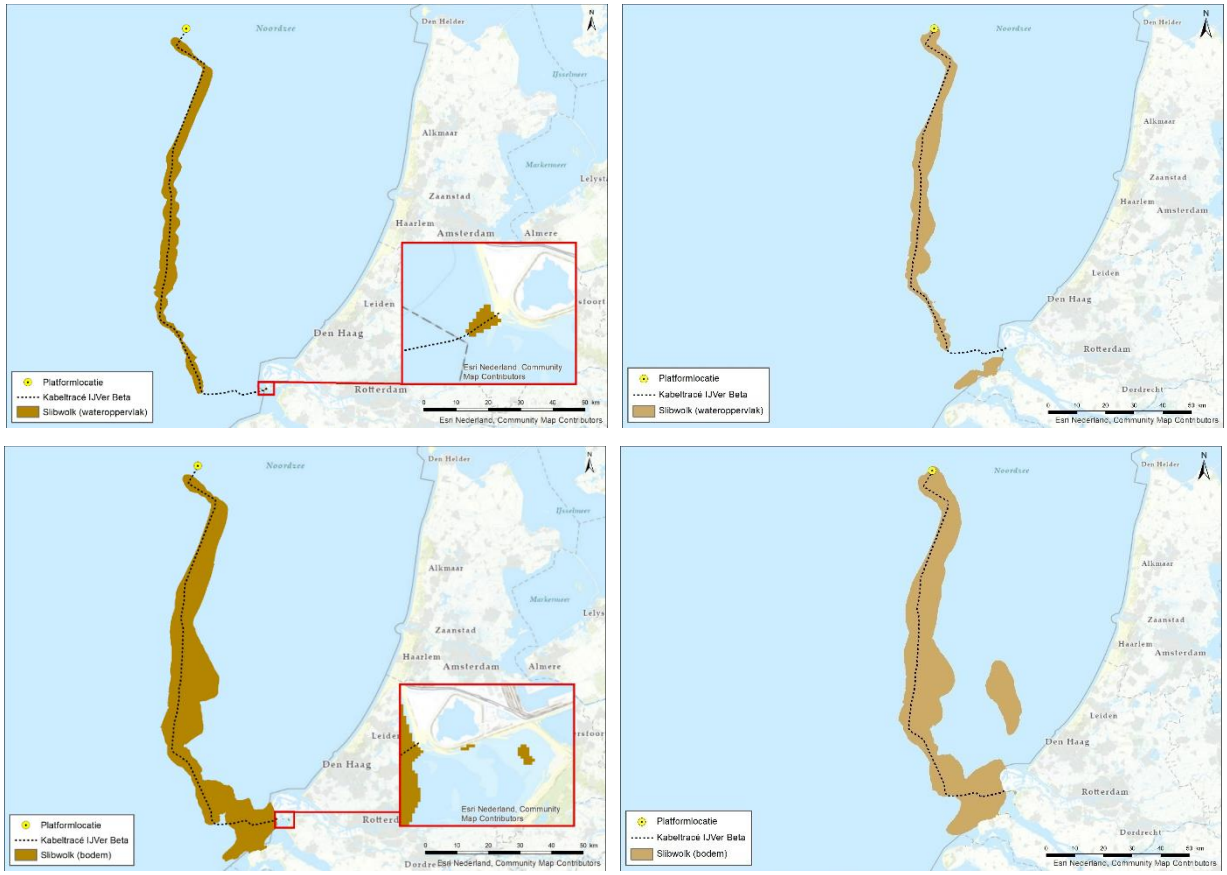
Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) wordt geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F bij deze toets is deze slibmodelleerstudie opgenomen. De slibstudie is uitgevoerd vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Maasvlakte II. De waardes van vertroebeling zijn uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/l). Het gaat hierbij alleen om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig zijn.

Figuur 28 laat voor de (1x4)-kabelconfiguratie en de (2x2)-kabelconfiguratie het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak wordt voorspeld. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/l, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (bijlage VII-F) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie. In de onderste afbeeldingen is het gebied weergegeven waarin de slibwolk op de bodem voorkomt. In de bovenste afbeeldingen is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden.

Ook is in Figuur 28 te zien dat bij beide kabelconfiguraties de vertroebeling op open zee met name ten oosten van het VKA-tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk van de (2x2)-kabelconfiguratie is het grootst, maar bij beide kabelconfiguraties spreidt de vertroebelingswolk zich uit over een groot gebied (tientallen vierkante kilometers) waarbij de slibconcentraties met meer dan 2 mg/l toeneemt. Binnen (<10km) de kustzone reikt de slibwolk (op de bodem en in het midden van de waterkolom) van de Maasvlakte II tot aan het strand van Ouddorp, waarbij een deel uitwaaiert naar het zuidwesten tot ongeveer halverwege de Brouwersdam. In de Slikken van Voorne zijn bij de (1x4)-kabelconfiguratie en (2x2)-kabelconfiguratie een aantal kleine slibwolkjes te vinden.



Figuur 28 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/l) aan wateroppervlak (figuur boven) en op de bodem (onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

4.3 Sedimentatie

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels. Het effect van de bedekking is zeer afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur (Baan et al., 1998; Harvey et al., 1998).

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. In 1988 is door Bijkerk de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis*). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Een recente literatuurstudie (Rozemeijer & Smith, 2017) benadrukt de resultaten uit 1988 nogmaals. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppige maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is modelmatig berekend (Bijlage A Samenvatting slibstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het VKA-tracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 4.2.



Figuur 29 geeft voor beide kabelconfiguraties het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt na de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag rondom het tracé met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt. Hierbinnen ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0 – 0,35 mm/dag (niet weergegeven in het figuur). Bij de (1x4)-kabelconfiguratie is alleen bij de

aanlanding een klein areaal waar voor korte tijd de sedimentatiesnelheid boven de 0,33 mm/dag ligt. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie komt binnen de kustzone de sedimentatiesnelheid op een groter gebied boven de 0,33mm/dag. Langs het gehele VKA-tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. De effecten van sedimentatie worden verder beoordeeld in hoofdstuk 6.



Figuur 29 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm/dag uitkomt voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

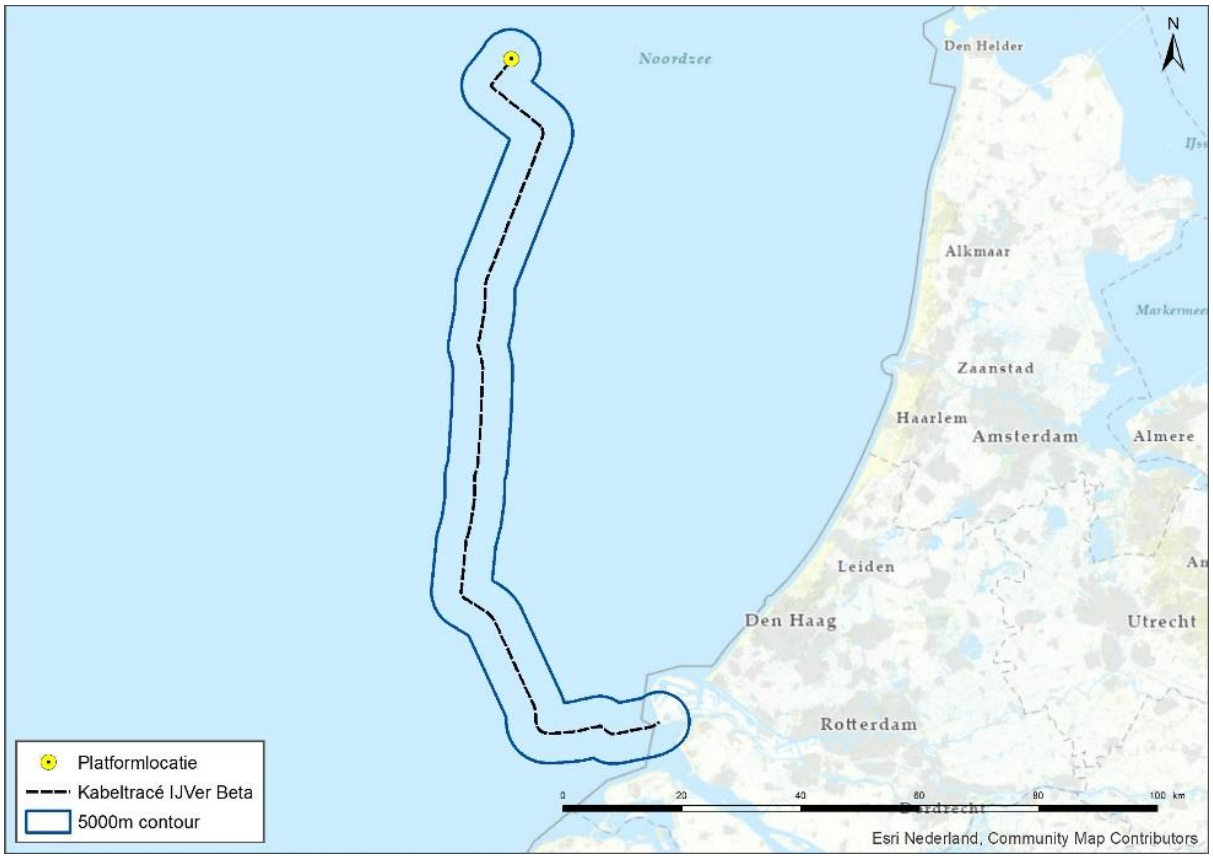
4.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van continu onderwatergeluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de ‘Ronde 2’ Passende Beoordeling en voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid plant zich verder voort naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case voor beide kabelconfiguraties.
Bij de (2x2)-kabelconfiguratie varen de extra boten dezelfde routes. Hierdoor is het verstoorde areaal hetzelfde, maar wordt het areaal wel tijdelijk intensiever verstoord.

In Figuur 30 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook

vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen vessels de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 30 Onderwaterverstoring ten opzichte van het plangebied

4.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er impuls-onderwatergeluid op bij de aanleg van het platform. Impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd bij heien en tijdens geofysische surveys. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie zorgt de optie van een stalen jacket voor de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. Bij de andere funderingsopties wordt niet geheid. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er mogelijk verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek, waarvoor geluid uitgezonden wordt.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zwemmende zeezoogdieren. Impuls-onderwatergeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. De verstoring is van tijdelijke aard.

Volgens de methodiek gebruikt voor het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Heinis et al., 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld

worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1 µPa2s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is, evenals voor verstoring, vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Om deze reden zijn er geen specifieke TTS en PTS waardes meegenomen in het KEC, en wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van (Southall et al., 2019) kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Deze bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS liggen op of boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeezoogdieren volledig. Het KEC zal dan ook de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

Uit modelberekeningen (zie Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid) is de totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 185 km^2 en voor bruinvissen 961 km^2 (zie Figuur 31). Op basis van dit oppervlak van 961 km^2 is ook de reikwijdte bepaald. De radius van deze verstoringscontour is gemiddeld 17,5 km.



Figuur 31 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden, voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts)

Voor de realisatie van de kabelverbinding worden meerdere geofysische surveys uitgevoerd. Voor de eerste ronde geofysische surveys is door TenneT een separaat traject doorlopen. Op basis van een Voortoets van ATKB (van de Wetering et al., 2021) is hiervoor geen vergunning aangevraagd. Wel is het effect van impuls-onderwatergeluid doorberekend t.b.v. de ontheffingsaanvraag (Schiedon & Jans, 2021). De eerste ronde surveys wordt niet meegenomen in deze Passende Beoordeling.
In een latere fase vindt nog wel een tweede ronde surveys plaats, bestaande uit detail geofysische studies voor kabel en platform, de UXO surveys en de post lay survey voor de kabel. Deze worden wel beoordeeld. Voor deze surveys wordt op dit moment als worst-case aanname de reikwijdte en scope van de eerste surveys gebruikt.

4.6 Bovenwaterverstoring op zee

4.6.1 Verstoring door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie en de aanwezigheid van een helikopter kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu geluid boven water, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.
In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Licht wordt in paragraaf 4.6.2 toegelicht. De veroorzaakte verstoring is vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreikende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringsafstanden. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring. Voor beide kabelconfiguraties worden dezelfde reikwijdtes gehanteerd per soort(groep).

Voor vogels is de verstoringsgevoeligheid soortspecifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant.

Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals eidereenden, zeekoeten en alken) zijn verstoringsgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand

gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Uit een onderzoek naar de verstoringsgevoeligheid van scheepvaartverkeer op Noordwest-Europese zeevogels blijkt dat vluchtafstand voor zwarte zee-eend hoger is dan de eerdergenoemde gevoelige vogels (Fliessbach et al., 2019). Uit het onderzoek bleek dat individuen van deze soort al vluchtgedrag vertoonden bij een afstand van 1.600 m. Specifiek voor deze soort wordt daarom een verstoringsafstand van 1.600 meter gehanteerd en deze reikwijdte wordt ook als worst-case afstand gehanteerd.

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dichter naar het wateroppervlak gaan dan op het platform, zijn directe effecten door aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelen op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Brasseur & Reijnders, 1994). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (1.600 meter) is weergegeven in Figuur 32. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen vessels de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 32 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het plangebied

4.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en scheepvaart. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foerageergedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting ’s nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de op de gunstige staat van instandhouding en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de

gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-1.500 meter). Verstoring door licht is daarmee minder relevant als autonome verstoringsbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringscontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op de platforms alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van de platforms kan ’s nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform ‘in aanraking’ komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen. Het verlichtingsplan dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Voor de signaalverlichting ten behoeve van de navigatie voor scheepvaart (verplicht wegens waarborgen veiligheid) zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT (Inspectie Leefomgeving en Transport).

In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en eventuele werkverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Dit geldt ook voor de platformverlichting. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt binnen de reikwijdte van geluid, deze aspecten worden in hoofdstuk 7 samen behandeld.

4.7 Verstoring op land

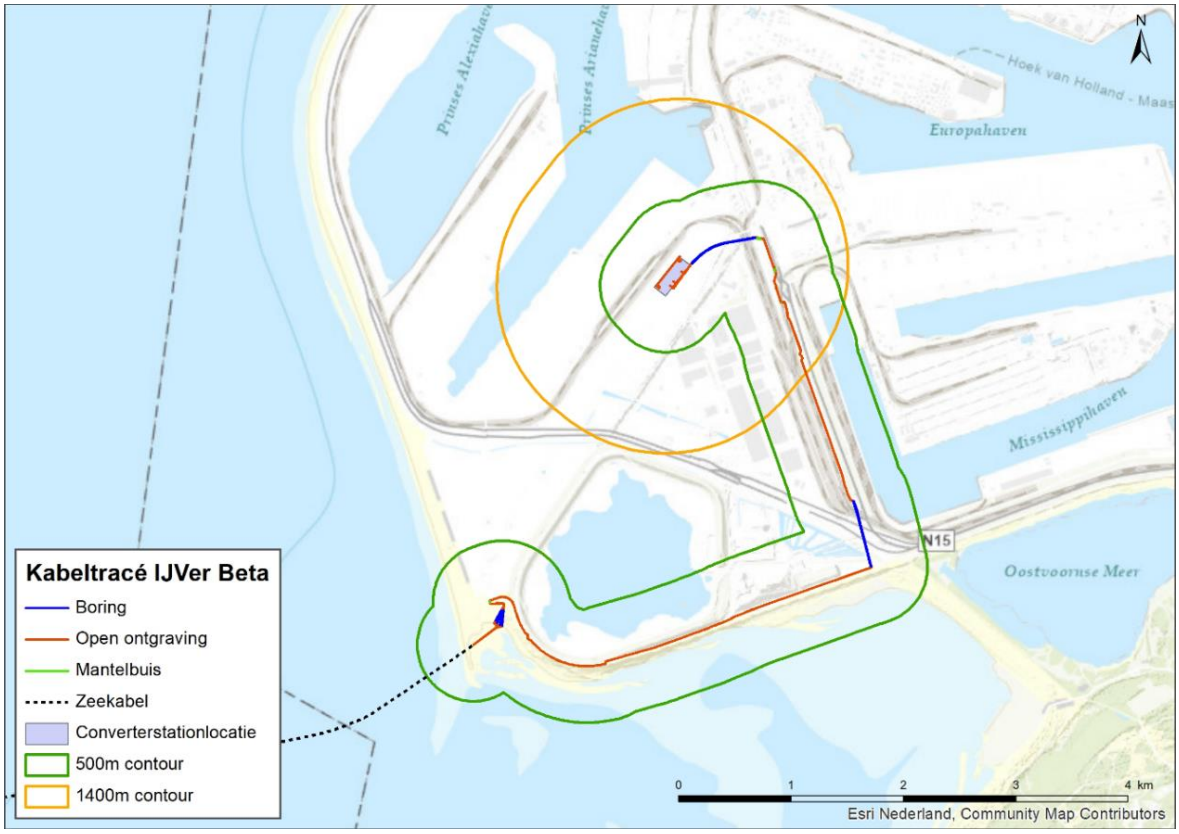
Geluid, licht en visuele verstoring kan diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Wel kan gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Vaak treden geluid-, licht- en visuele verstoring gelijktijdig op en is de specifieke oorsprong van een effect niet altijd goed te duiden.

4.7.1 Geluid

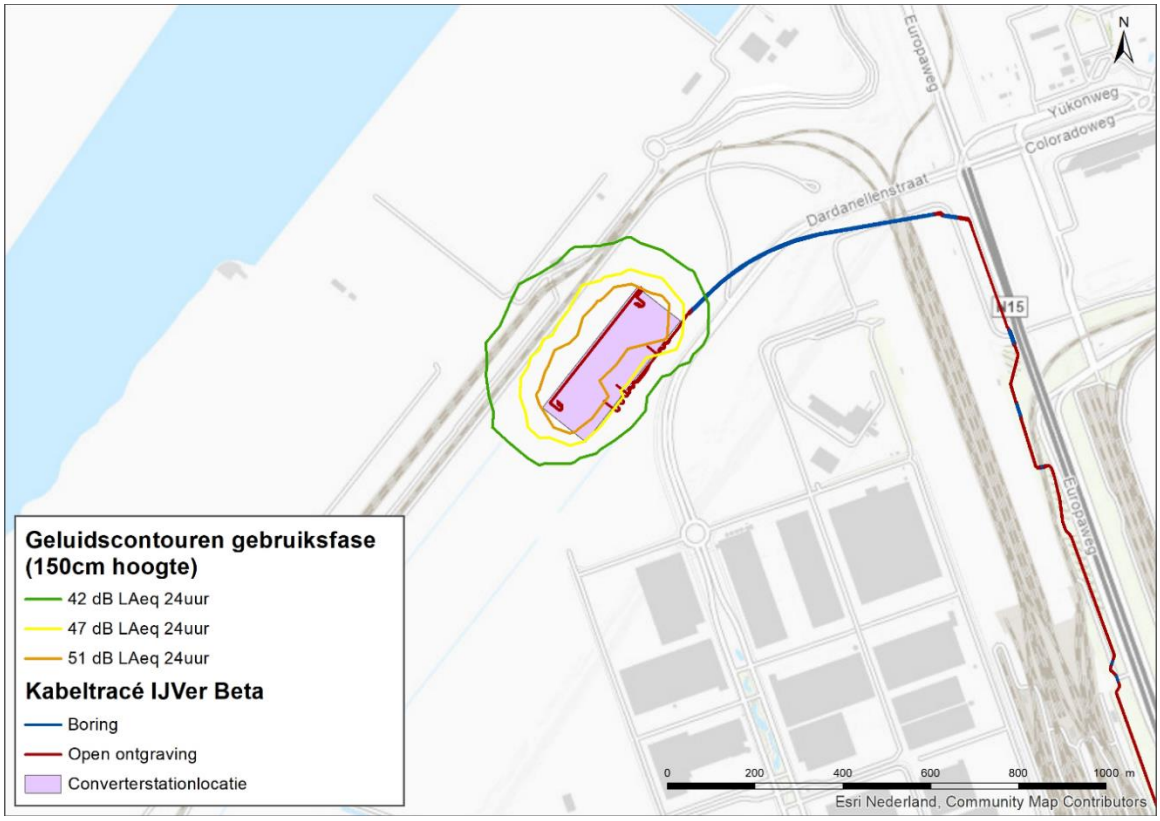
Verstoring door geluid treedt in de aanlegfase op door gebruik van bouwmaterieel, boorinstallaties en vrachtverkeer bij zowel het leggen van de kabels als bij de bouw van het converterstation. In de gebruiksfase zal verstoring door geluid plaatsvinden door het converterstation en incidenteel onderhoud aan de kabels. In beide situaties is alleen sprake van een continue geluidsemissie, piekbelastingen treden niet op.

Door Krijgsveld et al (2008) is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar het effect van aanwezigheid van mensen en recreatie op vogels. De variatie in waargenomen verstoringsafstanden is voor veel soorten groot. Voor soorten van open gebieden (o.a. zeevogels, steltlopers en weidevogels) worden afstanden tot boven de 500 meter genoemd (Jongbloed, et al., 2011), met een mediaan van rond de 300 meter. Voor soorten van gesloten gebieden (bos) is de afstand aanzienlijk kleiner, maar eveneens sterk variabel.

Omdat het studiegebied hoofdzakelijk bestaat uit open gebieden (estuaria en open polders), wordt voor vogelsoorten een maximale afstand van 500 meter voor verstoring door geluid aangehouden voor werkzaamheden met betrekking tot open ontgravingen. Voor de geluidemissies en -reikwijdte van de werkzaamheden met hoge geluidsverstoring zijn voor natuur specifieke berekeningen uitgevoerd. Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Hieruit blijkt dat de 42 $dB(A)_{24eq}$-contour van de werkzaamheden met betrekking tot de aanleg van de kabels op circa 500 meter ligt en van de bouwwerkzaamheden van het converterstation op circa 1.400 meter (Figuur 33).



Figuur 33 Verstoringscontouren aanleg kabels en converterstation Maasvlakte Midden



Figuur 34 Geluidscontouren 42 dB(A)^{24eq} in de gebruiksfase van het converterstation inclusief mitigerende, geluidsbeperkende maatregelen.

4.7.2 Licht

Net als bij geluid geldt voor licht dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Over het algemeen wordt gesteld dat een toename van licht belast oppervlak leidt tot een afname van de kwaliteit van het gebied als leefgebied voor soorten (verhoogde kans op predatie, afname voedsel-beschikbaarheid et cetera). Of deze afname in kwaliteit ook daadwerkelijk een effect heeft op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera). Vaak treden de verstoringen door licht gelijktijdig op met geluid en visuele verstoring en is niet altijd goed te duiden welke maatgevend is voor eventuele effecten.

Verstoring door licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van verlichting van de kabels. In de gebruiksfase kan van het converterstation en het 380kV-station wel een mate van verstoring uitgaan door verlichting van de locatie.

Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringsfactor. De verwachting is dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan wel ook in de ochtend en avond verlichting nodig zijn.

Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan in het zomerhalfjaar wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en geen sprake is van geluid of visuele verstoring. De maximale afstand waarop sprake is van een toename boven de 0,1 lux van verlichting is 150 meter vanaf de grens van de bouwlocaties.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen en vormt samen met het gedeelte op zee één geheel. Het verlichtingsplan dient om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen.

Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO).

Gezien in het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. Tijdens de werkzaamheden valt verstoring van licht binnen de contouren van verstoring door geluid en optiek.

4.7.3 Visuele verstoring

Net als bij geluid en licht geldt voor visuele verstoring dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Dit kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Verstoring treedt gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden.

Visuele verstoring treedt voor de op in de aanlegfase van de kabel en converterstation door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is er bij incidenteel onderhoud mogelijk sprake van enige verstorende effecten door de aanwezigheid van mensen en materieel. Voor wat betreft het converterstation kan zowel in de aanleg- als de gebruiksfase een mate van verstoring uitgaan door de aanwezigheid van mensen en materieel en in de permanente fase de aanwezigheid van het converterstation zelf.

Vaak treedt visuele verstoring gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden. Hoewel er geen éénduidige reikwijdte van optische verstoring is, valt dit ruim binnen de contouren van verstoring door geluid. Bij een veld met open zicht kan optische verstoring optreden tot honderd meter.

Voor visuele verstoring geldt dat over de dosis-effect relatie van veel soort(groep)en nog weinig bekend is (met uitzondering van vogels). Er zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens beschikbaar. Dat aanwezigheid van niet natuurlijke elementen echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel aannemelijk. De verstoring wordt dan ook kwalitatief beoordeeld in hoofdstuk 7.

4.8 Habitataantasting

4.8.1 Op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden.

Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Doordat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) wisselt langs het VKA-tracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het VKA-tracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Buiten (>10km) de kustzone

wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door trenchen, hierbinnen volstaat trenchen. Bij de aanlanding van de Maasvlakte wordt gebaggerd voor het trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie en kabelconfiguratie. Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Bij de (1x4)-kabelconfiguratie wordt voor pre-sweepen en baggeren een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabel, met een totale breedte van 60 meter. In de praktijk heeft trenchen een reikwijdte van circa 10 meter aan weerszijde van de kabel. Voor de (1x4)-kabelconfiguratie betekent dit dat bij trenchen er een strook van 20 meter is waar habitataantasting optreedt. Het trenchen zelf betreft een breedte van circa 0,5 tot 1 meter, maar de trencher laat een breder spoor achter. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie worden er twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Hierdoor zal bij het pre-sweepen, baggeren en trenchen de reikwijdte in totaal met 5 meter toenemen. Voor het pre-sweepen en baggeren betekent dit dat de reikwijdte van 60 naar 65 meter gaat en voor het trenchen dat de reikwijdte van 20 naar 25 meter gaat. Deze reikwijdtes worden voor de rest van de toets aangehouden aangezien dit de worst-case waardes zijn. De waardes van de (1x4)-configuratie vallen hier binnen.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. De ligging van de kabel binnen de corridor ligt nog niet vast. Deze corridor is 1.000 meter breed op het offshore gedeelte van het VKA-tracé. Vanaf ongeveer 2 kilometer uit de kust wordt een smallere corridor aangehouden van 200 meter. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter.

4.8.2 Op land

Onder aantasting van leefgebieden of groeiplaatsen vallen de gevolgen van betreding, vergraving, insporing van de bodem door zwaar verkeer, et cetera, die optreden ten gevolge van menselijke activiteiten. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting van groeiplaatsen of leefgebieden, wat ertoe kan leiden dat planten verdwijnen of dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Er kan onderscheid gemaakt worden in tijdelijke en permanente aantasting. Bij tijdelijke aantasting kan de oorspronkelijke situatie in principe hersteld worden. De ruimtelijke component ontbreekt. Permanente aantasting betekent daadwerkelijk oppervlakteverlies.

Het uitgangspunt is dat de HDD-boring niet leidt tot aantastingen van de bodemopbouw, structuur of grondwaterpeilen of -stromingen. Als gevolg van de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Tijdelijke effecten worden verdeeld in korte- en langetermijneffecten. Korte termijneffecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie (leefgebied of groeiplaats). De vegetatie en de bovenste bodemlaag worden aangetast waardoor de oorspronkelijke vegetatie en functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is. Afhankelijk van de kwetsbaarheid van de vegetatie of het leefgebied kunnen ook langetermijneffecten optreden. Vegetaties, leefgebieden of ecosystemen met een lange hersteltijd zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door de activiteiten gewijzigd zijn. Lage kruidvegetaties kunnen zich bijvoorbeeld sneller herstellen dan opgaand bos, dat minimaal enkele decennia hersteltijd heeft. Niet alleen omdat het tijd kost totdat bomen weer een vergelijkbare

leeftijd hebben, maar ook de bijbehorende bosbodems kennen weinig dynamiek (ze worden nauwelijks verstoord). De Wegbermen die begroeid zijn met duindoorn bestaan momenteel uit soorten arme vegetatie. Door de werkzaamheden gaat de successie terug naar een pionierssituatie. Hierdoor ontstaat een soortrijkere vegetatie. Deze wegbermen zullen zich na verloop van tijd weer ontwikkelen tot duindoornstruweel. Na 4 jaar is het struweel zich aan het ontwikkelen en na 20 jaar heeft het struweel zich weer tot een dichte begroeiing ontwikkeld (Groot et al., 2016).

Naast het fysieke effect, kunnen door bodemwoeling of verdichting ook veranderingen optreden in de chemische samenstelling (voedselrijkdom) of hydrologie. Vergraven grond heeft niet dezelfde eigenschappen als onvergraven grond. Zeker de eerste jaren zal de vegetatie anders en het bodemleven beperkt zijn. De vegetatie zal meer gedomineerd worden door (sneller groeiende) soorten die gebaat zijn bij geroerde, vaak voedselrijkere grond. De meer bijzondere plantensoorten zijn over het algemeen soorten van stabielere, (matig) voedselarme omstandigheden. Dergelijke open grond of ruigere vegetatie is ook minder aantrekkelijk voor weidevogels om in te broeden of te foerageren. Ook voor insecten kan het van invloed zijn, doordat specifieke voedsel- of waardplanten (tijdelijk) ontbreken.

Het permanente effect betekent oppervlakteverlies en leidt tot verkleining van leefgebied of groeiplaatsen. Verkleining leidt direct tot een afname van beschikbaar leefgebied, waardoor mogelijk aanwezige populaties ook inkrimpen. In het meest ernstige geval wordt het gebied dusdanig klein dat het de minimale ondergrens van een populatieomvang overschrijdt en een populatie uitsterft. Door verkleining van leefgebied wordt een populatie kwetsbaarder voor veranderingen ten gevolge van bijvoorbeeld predatie, extreme seizoensinvloeden of ziekten. Tijdelijke aantasting is relevant voor het grootste deel het VKA-tracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. De kabelgeul bij de open ontgraving is maximaal 8 meter breed, maar meestal 6 meter, inclusief werkstrook is een breedte nodig van maximaal 29 meter en in de meeste gevallen 25 tot 27 meter.

Aantasting van leefgebied of groeiplaatsen kan optreden op alle locaties waar aantastingen van de bestaande situatie optreden (boringen, open ontgravingen en bijbehorende activiteiten).

4.9 Elektromagnetische velden

4.9.1 Elektromagnetische velden op zee

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld (B) wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt iE-veld ook gebruikt om een opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie Gill et al., 2012 en Snoek et al., 2016. De stroomkabel produceert dus een magnetisch (B) veld, en onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt

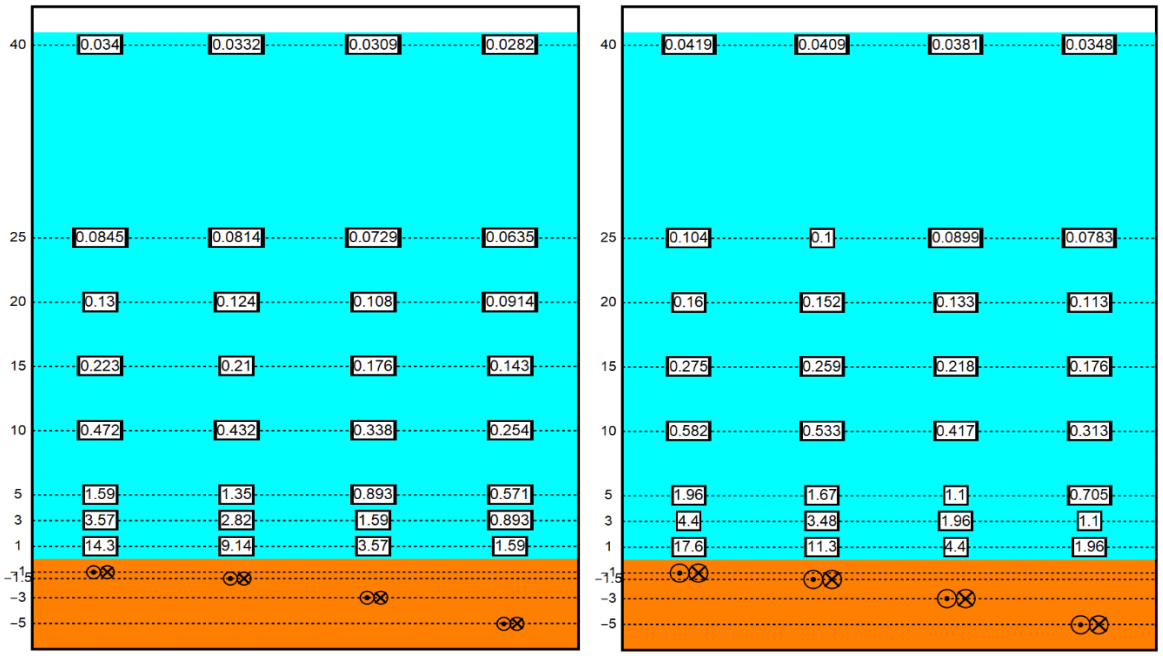
elektrisch veld of iE-veld. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver.

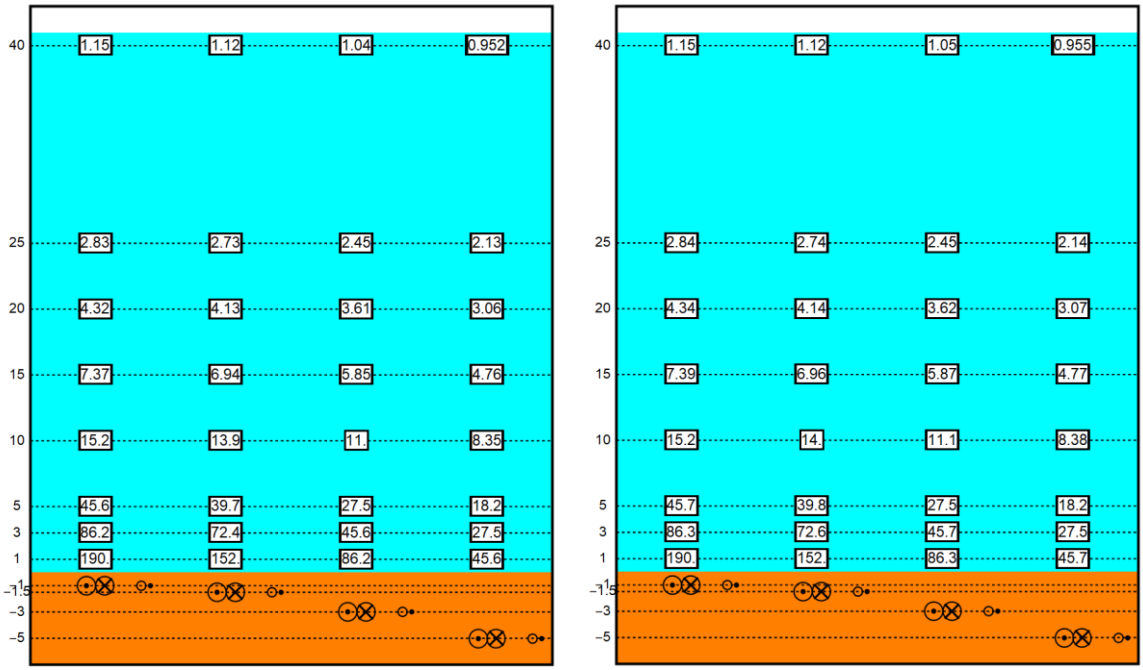
Magneetveld op zee
In Figuur 35 is de magneetveldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom voor de (1x4)-kabelconfiguratie weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 37. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. De waardes van de (2x2)-kabelconfiguratie liggen in de gebruiksfase licht hoger, maar blijven rond dezelfde waardes, waardoor er geen verschil is in de gebruiksfase tussen de (1x4)- en (2x2)-kabelconfiguratie. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase van de (2x2)-kabelconfiguratie 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 38. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. De (1x4)-ligt dus lager dan dit.

In Figuur 36 is de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud voor de (2x2)-kabelconfiguratie. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Omdat deze in de (2x2)-kabelconfiguratie los ligt op enkele meters van de + en – pool geeft deze hogere waardes. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 10 (bodem) tot 40 keer (40 m boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT (in het geval van een beide kabeldiktes (150 mm; voorheen 0,034 µT en 185 mm; voorheen 0,0419 µT). Deze waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud optreden. Storing komt echter naar waarschijnlijkheid slechts in totaal driemaal voor een periode van maximaal 2 maanden verspreid voor in een periode van 40 jaar.

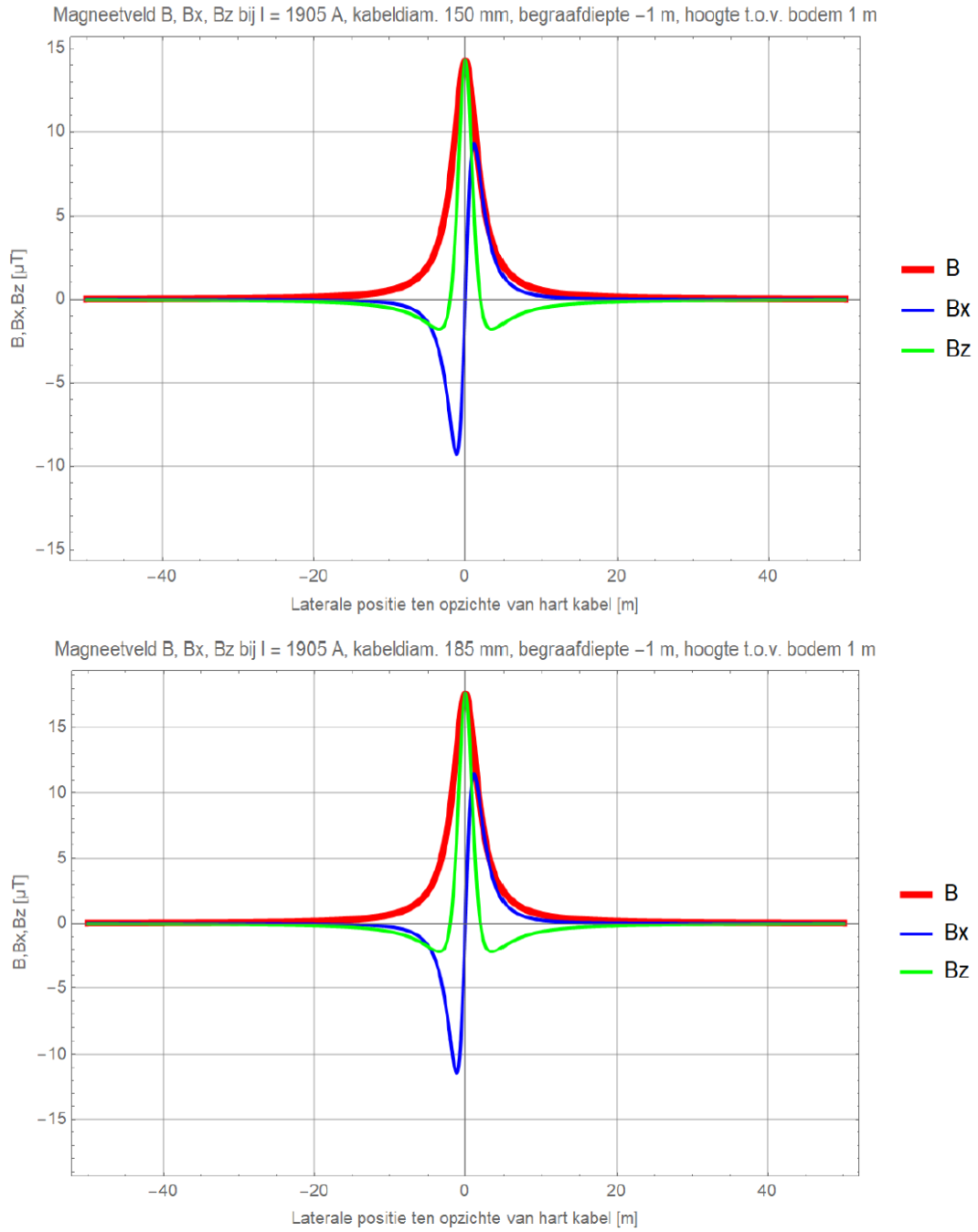
Recentelijk is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook HVDC) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



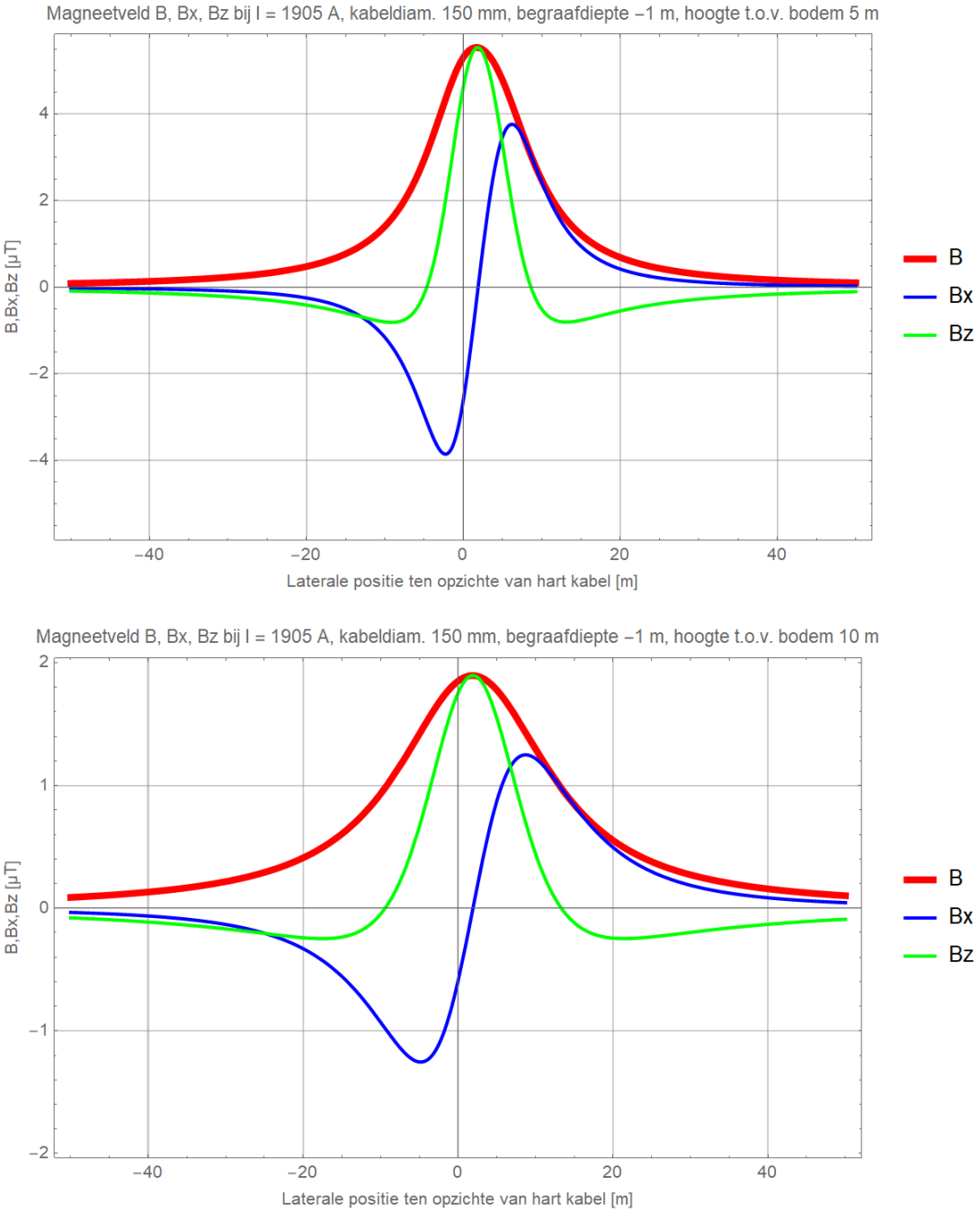
Figuur 35 Magneetveldzone in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm voor de (1x4)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van Van Essen (2020)



Figuur 36 Elektromagnetisch veldzone in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door van Essen, 2021b



Figuur 37 Magneetveldzone in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) voor de (1x4)-kabelconfiguratie (1x4)-kabelconfiguratie. Het magneetveld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele magneetveld (B) zal van toepassing zijn. Afkomstig van Van Essen (2020)

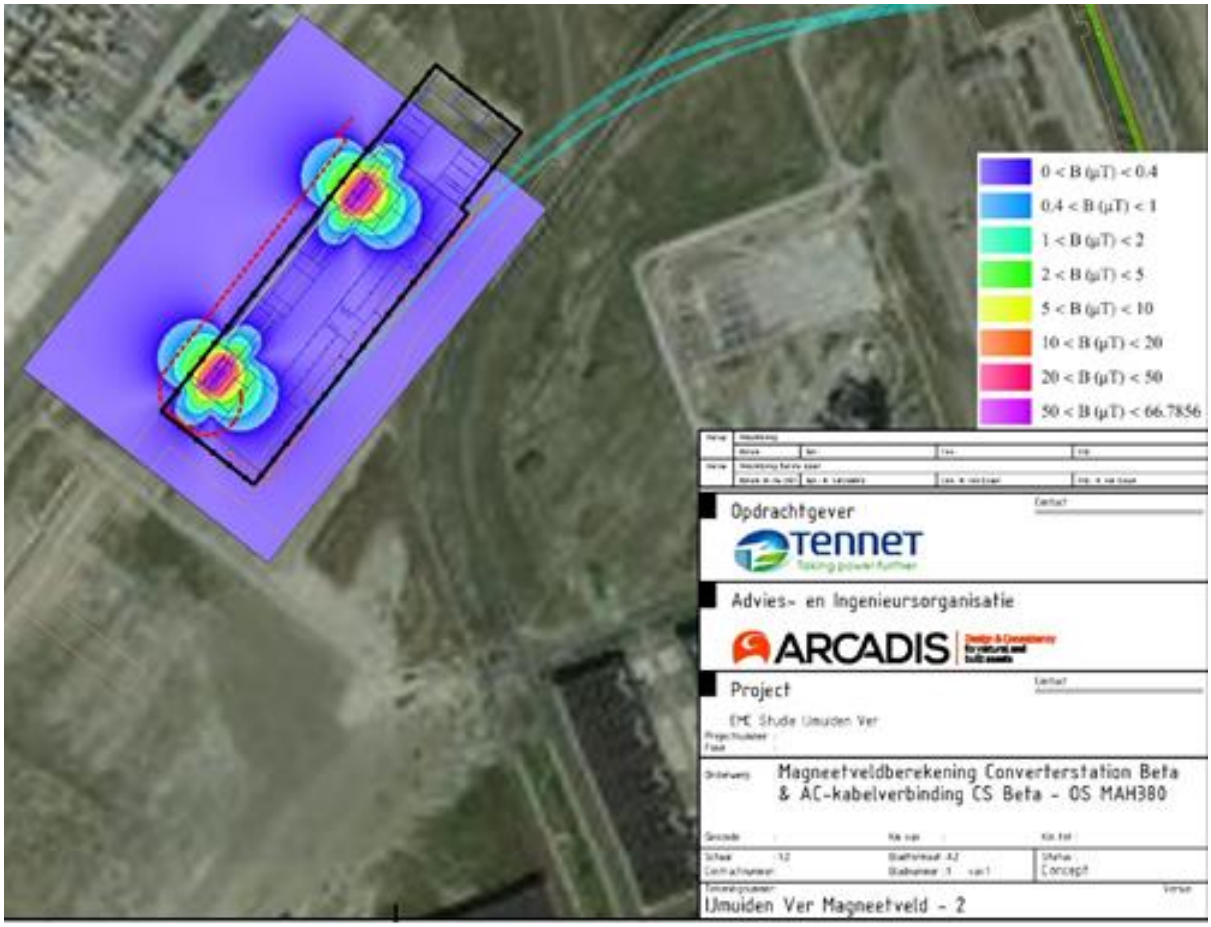


Figuur 38 Elektromagnetisch veldzone in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021b)

4.9.2 Elektromagnetische velden op land

De kabels op land leiden tot een waarneembaar elektromagnetisch veld boven de grond. Uit een literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) blijkt dat langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig blootgesteld aan het elektromagnetisch veld. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie (zie Bijlage VIII-B).

Uit de EMV-studie blijkt het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld te hebben. In Figuur 39 is de elektromagnetisch veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Beta reikt tot ongeveer 63 m horizontaal en 25 m vanaf de randen van de geleiders en reikt tot ongeveer 45 m buiten het hekwerk van converterstation Beta (blauwe zone).



Figuur 39 Magneetveld op converterstation Beta en bufferzone van AC-kabelverbinding converterstation Beta-380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven. Gele lijnen geven de 380kV-wisselstroomverbinding weer die converterstation Beta verbindt met 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven. De zwarte lijn geeft het hekwerk weer.

De maximale reikwijdte van het elektromagnetisch veld van het converterstation is dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken trekvogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter dan dat van de kabels en het converterstation. Elektromagnetische velden op land worden niet verder beoordeeld. Effecten van het elektromagnetisch veld op beschermde natuurwaarden zijn niet aan de orde en worden daarom niet verder beoordeeld.

4.10 Verontreiniging op zee

Bij de kabelaanleg kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodemkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronnen of PFAS bronnen. Bekende bronnen liggen dermate ver van het tracé dat er geen risico is. Omdat bij de werkzaamheden geen verontreiniging vrijkomt, wordt dit niet verder meegenomen in de beoordeling.

Ook bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt gecontroleerd op olie en/of glycol. Alleen niet gecontamineerd regenwater zal in zee geloosd worden. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het gezuiverde water grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid ongezuiverd materiaal zal worden opgeslagen. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten of wordt de ontlasting in een 'zwart' water tank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land. Verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

4.11 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor de kans klein is dat benthische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor beïnvloed worden. De temperatuursverhoging van de zeebodem zal verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, die tussen de seizoenen kan oplopen tot 30 graden Celsius (Müller et al., 2016). Er is ook geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse al nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken voorbij de veiligheidszone (ordegrootte tientallen tot honderden meters) tot aan de volgende kabel. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

4.12 Verdroging op land

De aanwezigheid van objecten onder de grond kan van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag

doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Bij de werkzaamheden in de aanlegfase van de kabel en het converterstation vindt bemaling plaats, dit kan lokaal leiden tot verdroging. Voor de verschillende punten langs het tracé en het converterstation waar bemaling plaatsvindt duurt dit maximaal 4 weken. Er zijn op en langs het VKA-tracé geen verdrogingsgevoelige leef- of foerageergebieden aanwezig. Negatieve effecten van verdroging zijn uitgesloten. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna, dit wordt niet verder beoordeeld.

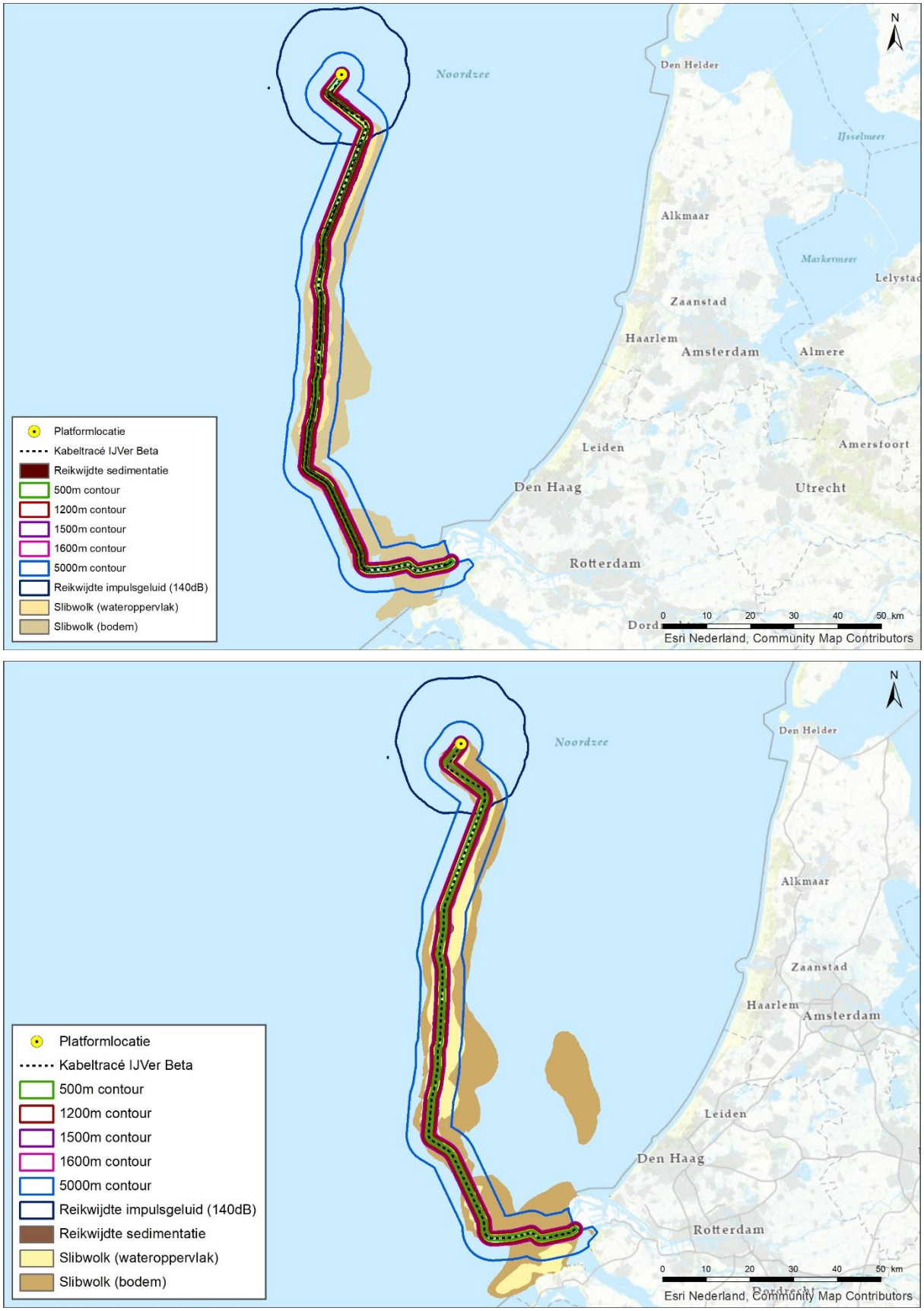
4.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In

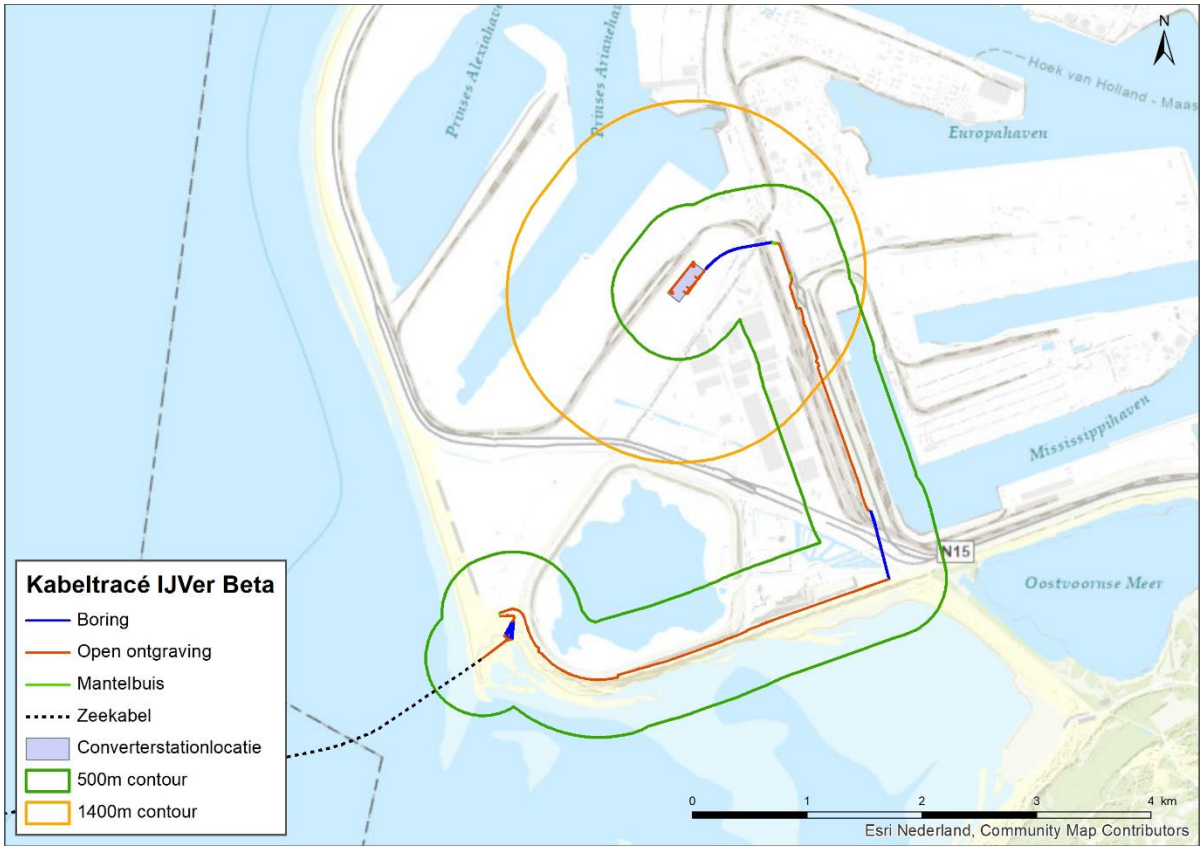
Tabel *6* is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 40 en Figuur 41 zijn de reikwijdtes samengevat in kaarten.

Tabel 6 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit voor zowel de (1x4-) als de (2x2)-kabelconfiguratie.

Gevolg		Op zee/ op land	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Op open zee bevindt de slibwolk zich rondom VKA-tracé en ten oosten. In de kustzone reikt de slibwolk van de Maasvlakte II in het oosten tot halverwege de Brouwersdam in het zuidwesten.
Sedimentatie		Zee	Effecten van sedimentatie kunnen bij aanlanding en vanaf circa 15 km uit de kust op treden rondom het VKA-tracé in een zone van maximaal 4 km breed. Ook treedt sedimentatie op in een gebied (595 ha) binnen de kustzone.
Verstoring onderwater	**Continu geluid**	Zee	Rondom kabels en platform: 5 kilometer voor zeezoogdieren en trekvissen
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Rondom platform: 17,5 kilometer voor zeezoogdieren en trekvissen
Verstoring boven water	**Geluid en visueel**	Zee	500 meter broedvogels en vogels op hoogwatervluchtplaatsen 1.200 meter voor zeehonden 1.500 meter voor gevoelige vogels 1.600 meter voor zwarte zee-eend
	Licht	Zee	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg Bij de platforms
Verstoring op land	**Geluid**	Land	Boorwerkzaamheden circa 500 meter
	Licht	Land	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties
	Visueel	Land	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	65 meter rond de kabel 25 meter voor trenchen Ter plaatse van de platformpoten en fundering
		Land	Tijdelijke habitat aantasting door open ontgraving
Elektromagnetische velden		Zee	Horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Geen effect
Verontreiniging		Zee	Geen effect
Warmteontwikkeling		Zee	Geen effect
Verdroging		Land	Geen effect



Figuur 40 Studiegebied werkzaamheden op zee met verstoringscontouren (1x4) boven en met verstoringscontouren (2x2) (onder)



Figuur 41 Studiegebied werkzaamheden op land

5 Aanwezigheid van beschermde soorten

5.1 Methode

5.1.1 Fasering onderzoek

Voor het onderzoek naar beschermde soorten op zee is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.
Het onderzoek naar beschermde soorten op land is in verschillende fases uitgevoerd:

- Eerst is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.
- Vervolgens is een soortgerichte inventarisatie uitgevoerd. Hierbij zijn de locaties waar een ingreep plaats vindt onderzocht op aanwezigheid van beschermde soorten. Bij deze veldbezoeken is ook gelet op de habitatgeschiktheid voor beschermde soorten. De uitkomst van dit onderdeel is een inventarisatie van aanwezige beschermde soorten en de mogelijke functie van het plangebied voor deze beschermde soorten.

5.1.2 Bureauonderzoek

Voor het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op zee is voor de soortgegevens gekeken naar de verspreidingsgegevens van de afgelopen tien jaar, waarbij de nadruk lag op de laatste vijf jaar. Voor mogelijk aanwezige beschermde soorten op land is gekeken naar bestaande verspreidingsgegevens, potentieel leefgebied op basis van luchtfoto's en de specifieke locatie van de boorlocaties en open ontgravingen.

Voor het bureauonderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF), maar ook andere openbaar beschikbare gegevens van onder andere de Provincie Zuid-Holland, de Natura 2000-beheerplannen en verspreidingsatlassen. Voor het Maasvlakte-terrein is tevens gebruik gemaakt van het Ecologische Werkprotocol Realisatie fase Hollandse Kust (zuid), Managementplan beschermde soorten Havengebied Rotterdam (Buijs Ecoconsult BV, 2019; Bureau Stadsnatuur, 2013). Op deze manier is een redelijk compleet beeld verkregen van de potentiële verspreiding van beschermde soorten. Deze input wordt gebruikt om het veldwerk uit te voeren.

5.1.3 Veldonderzoek

Er zijn meerdere veldonderzoeken uitgevoerd voor het deel op land (Bijlage B). De onderzoeken hebben zich gericht op de soort(groep)en flora, vogels in het algemeen, rugstreeppad en zandhagedis.

De uitgevoerde soortenonderzoeken bieden afdoende informatie voor de effectbepaling en ontheffingsaanvraag in het kader van het MER en het inpassingsplan. Specifieke informatie over standplaatsen van beschermde flora of leefgebieden van beschermde fauna, alsmede aantallen en locaties van verblijfplaatsen zijn via veldonderzoeken verkregen en opgenomen in de betreffende stukken voor het MER en het inpassingsplan. Voor de daadwerkelijke ingreep (de uitvoeringsperiode) zal een actualiserende en completerende soorteninventarisatie nodig zijn. Dit vanwege het tijdsverloop en de daarmee gepaard gaande natuurlijke ontwikkelingen. Tegen die tijd zullen ook een definitief uitvoeringsontwerp en werkplanning beschikbaar zijn, waarmee een gedetailleerd activiteitenplan bij de ontheffingsaanvraag kan worden gevoegd.

5.2 Beschermde soorten op zee

5.2.1 Vogels

Aan de Nederlandse kust en op het Nederlandse deel van de Noordzee komen diverse soorten (zee)vogels voor. Elk jaar verzorgt Rijkswaterstaat een telling van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee. Tabel 7 laat de resultaten zien van de tellingen van 2018-2019. Daarnaast komen er ook veel verschillende soorten vogels langs de kust voor die gebruik maken van de zee, ook deze vogels worden in dit hoofdstuk beschreven. Er wordt hierbij in de soortbeschrijvingen ook ingegaan op de broedlocaties van de vogels.

In de volgende subparagrafen wordt per soortgroep een korte beschrijving gegeven met enkele voorbeelden voor de talrijkste soorten of voor soorten waarvoor het studiegebied van bijzonder belang is. Deze soorten komen ook in de effectbeoordelingen aan bod.

Tabel 7 Soorten en aantallen vogels tijdens zes monitoringsvluchten in 2018-2019 op het totale Nederlands Continentaal Plat (NCP) (Fijn et al., 2019)

Soort *Species*	**Aantal waarnemingen** *Number of observations*	**Aantal individuen** *Number of individuals*	**Gemiddelde groepsgrootte** *Average group size*	**Maximale groepsgrootte** *Maximum group size*
roodkeelduiker	137	195	1,4	21
ijsduiker	3	3	1,0	1
fuut	13	29	2,2	10
noordse stormvogel	579	1.254	2,2	115
stormvogeltje	2	2	1,0	1
jan van gent	970	1.780	1,8	200
grote zilverreiger	1	4	4,0	4
aalscholver	70	843	12,0	600
wilde eend	2	3	1,5	2
tafeleend	1	1	1,0	1
wintertaling	1	1	1,0	1
slobeend	1	1	1,0	1
zwarte zee-eend	107	15.904	148,6	3.000
grote zee-eend	3	23	7,7	20
eider	5	14	2,8	7
grote jager	24	27	1,1	3
kleine jager	7	7	1,0	1
kleine/middelste jager	1	1	1,0	1
kleinste jager	1	1	1,0	1
drieteenmeeuw	2.392	4.798	2,0	200
dwergmeeuw	307	1.218	4,0	110
kokmeeuw	55	114	2,1	9
stormmeeuw	374	813	2,2	130
geelpootmeeuw	2	2	1,0	1
pontische meeuw	1	1	1,0	1
zilvermeeuw	417	1.457	3,5	200
kleine mantelmeeuw	1.404	4.879	3,5	400
grote mantelmeeuw	346	1.259	3,6	150
ongedet. grote meeuw	24	1.191	49,6	600
ongedet. kleine meeuw	8	11	1,4	3
ongedet. mantelmeeuw	4	7	1,8	4
ongedet. burgemeester	1	1	1,0	1
ongedet. meeuw	4	1.001	250,3	400
grote stern	633	1.161	1,8	40
visdief	995	2.655	2,7	45
visdief/noordse stern	5	55	11,0	26
dwergstern	1	1	1,0	1
zwarte stern	4	4	1,0	1
zeekoet	4.720	13.912	2,9	65
alk	756	1.773	2,3	16
alk/zeekoet	99	214	2,2	11
papegaaiduiker	28	35	1,3	3
kleine alk	2	2	1,0	1
zwarte zeekoet	1	1	1,0	1

5.2.1.1 Eenden

Aan de kust en op het open water komen verschillende soorten eenden voor. Sommigen foerageren veelal in water op open zee, zoals toppereend, eidereend, zwarte zee-eend, kuifduiker en brilduiker. Soorten die voornamelijk in het duingebied of aan de kuststrook foerageren zijn onder andere de middelste zaagbek, de bergeend, de pijlstaart en de wilde eend. Open water kan naast foerageergebied ook als rust- of ruigebied functioneren. Daarnaast dient de kustzone als broedgebied voor de aanwezige eendensoorten en als hoogwatervluchtplaats en ruigebied voor de bergeend.

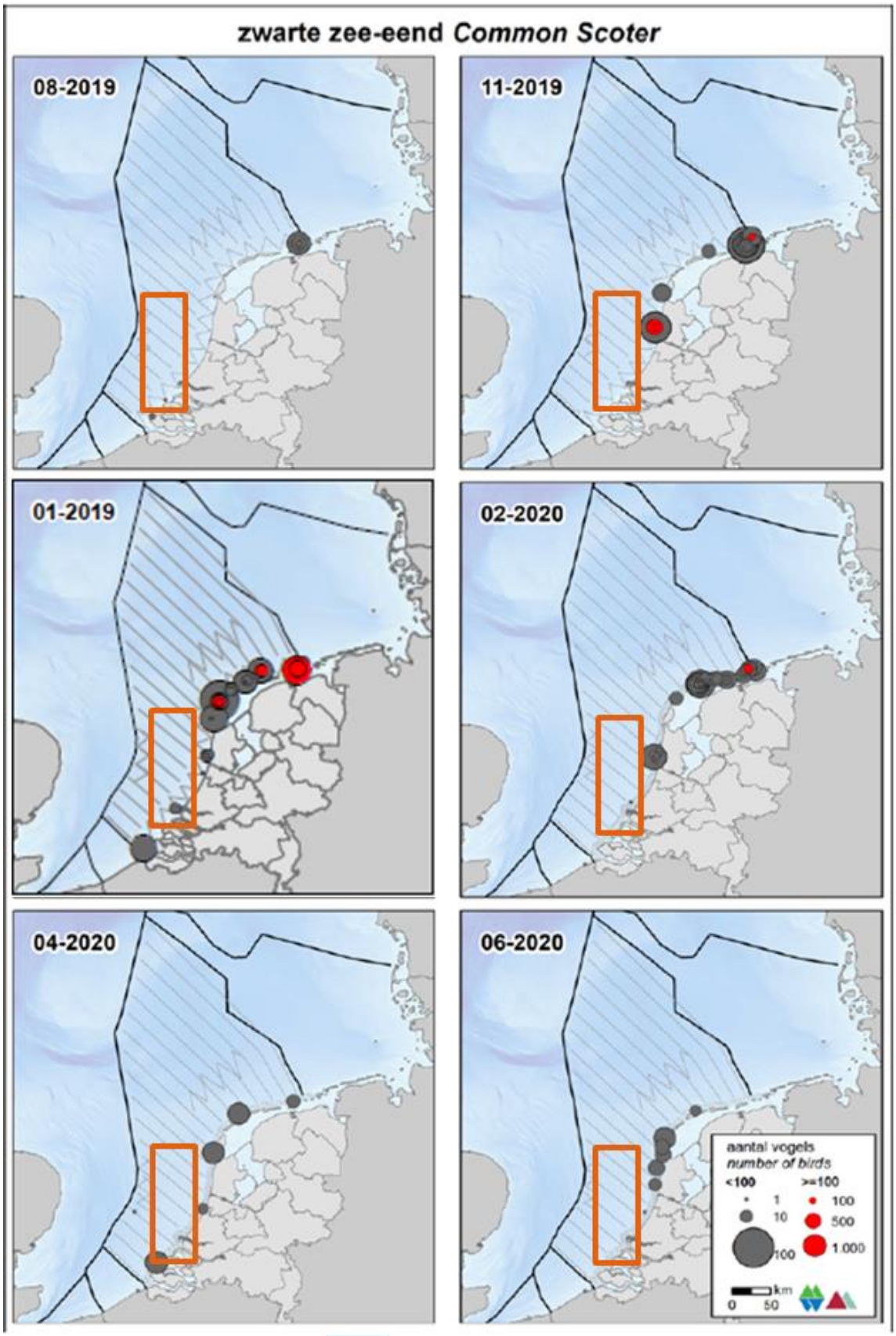
Ook de noordelijke Maasvlakte is een broedgebied voor verschillende eendensoorten. Deze nesten zitten veelal echter niet binnen de bovenwater verstoringscontouren van het plangebied en worden dus niet verstoord. In het plangebied zijn ook een aantal gebieden aangewezen als rustgebied voor bepaalde eendensoorten. Zowel de Hinderplaat als de Slikken van Voorne, welke deels binnen de verstoringscontouren van het plangebied vallen, zijn hiervoor aangewezen. De Hinderplaat is aangewezen als rust- en foerageerlocatie voor benthivore eenden zoals de topper, eider en zwarte zee-eend. Slikken van Voorne zijn aangewezen voor de bergeend en pijlstaart om te foerageren en te slapen (Rijkswaterstaat, 2016).

De eendensoort die met de grootste aantallen waargenomen is in 2019/2020 op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is de zwarte zee-eend.

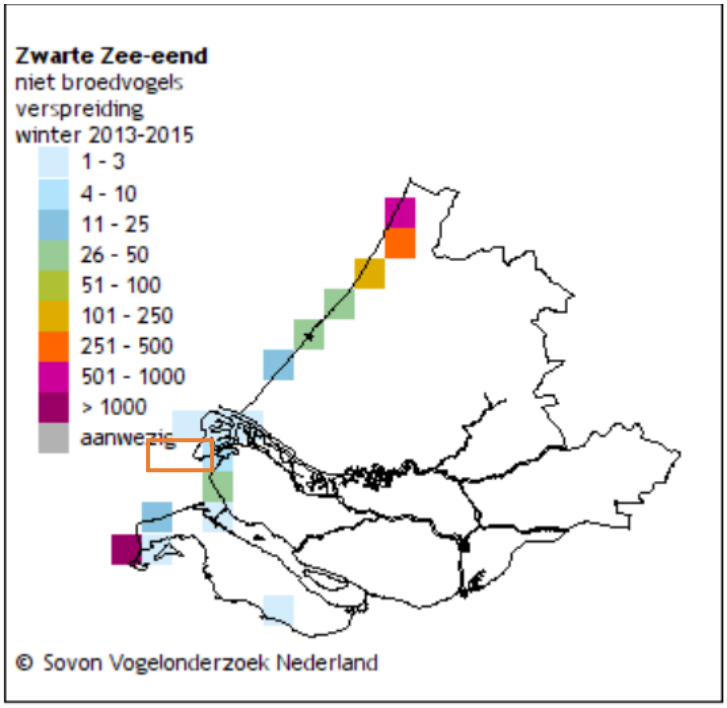
Zwarte zee-eend

De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts, et al., 2016). In recente jaren waren er incidenteel in de Voordelta wel grote aantallen zwarte zee-eenden aanwezig (Hoekstein et al., 2020). Zo werd er in april 2018 een groep van 12.500 zee-eenden waargenomen voor de kust van Schouwen (Arts et al., 2019). Zoals te zien kunnen zwarte zee-eenden in lage aantallen in de omgeving van het tracé voorkomen (Figuur 42, Figuur 43 & Figuur 44). In Nederland is het een doortrekker: een wintergast in groot aantal en een zomergast in vrij klein aantal. In sommige jaren blijven groepen van enkele honderden tot duizenden zwarte zee-eenden in de zomer in Nederland (Ministerie van LNV, 2008f).

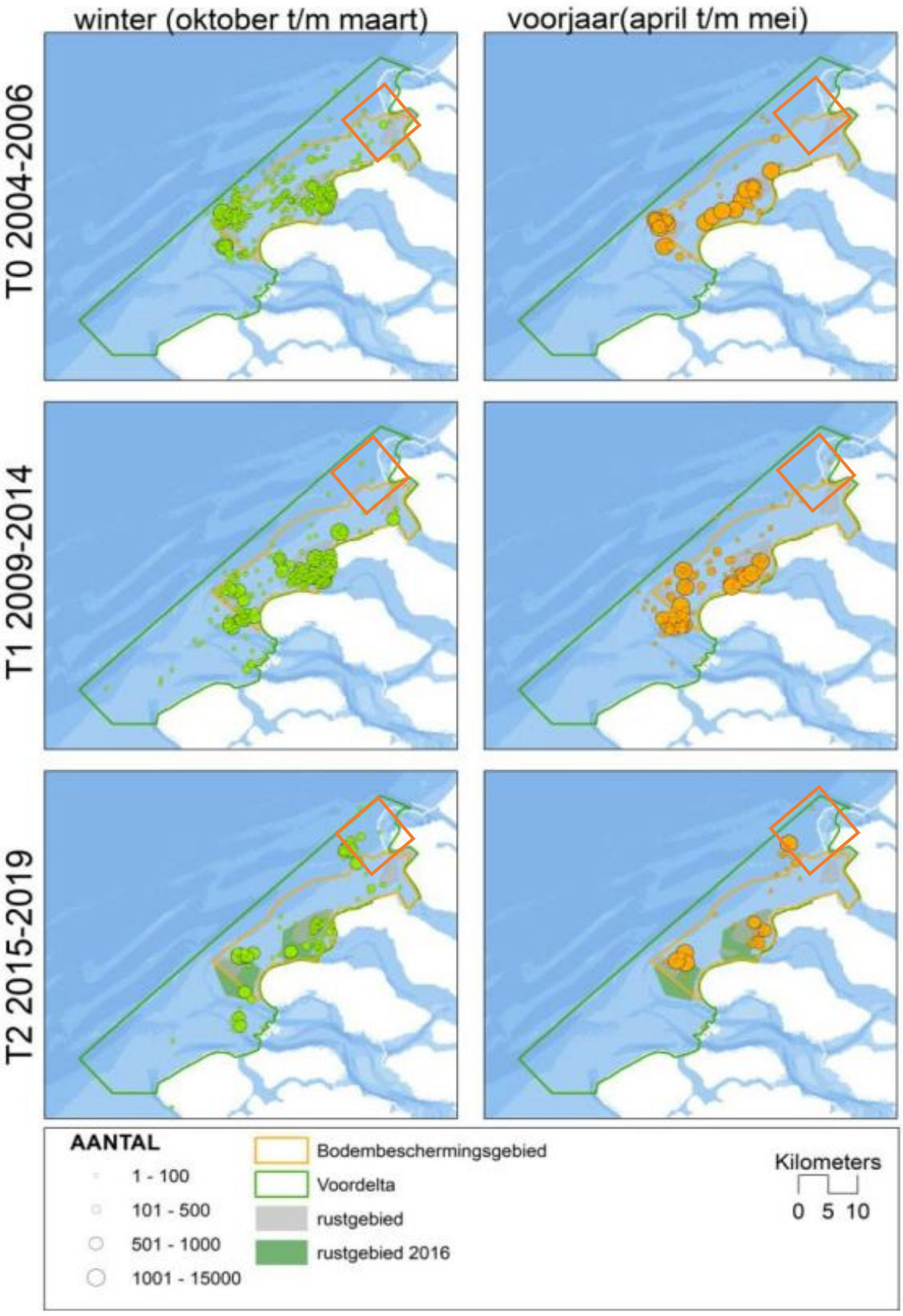
De ruiperiode valt van augustus t/m oktober. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstoring omdat ze hun vliegvermogen verliezen. Buiten de broedtijd wordt de zwarte zee-eend rond onder andere de Hinderplaat in het Voordelta-gebied aangetroffen (Ministerie van LNV, 2008f).



Figuur 42 Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd (Fijn et al., 2019)



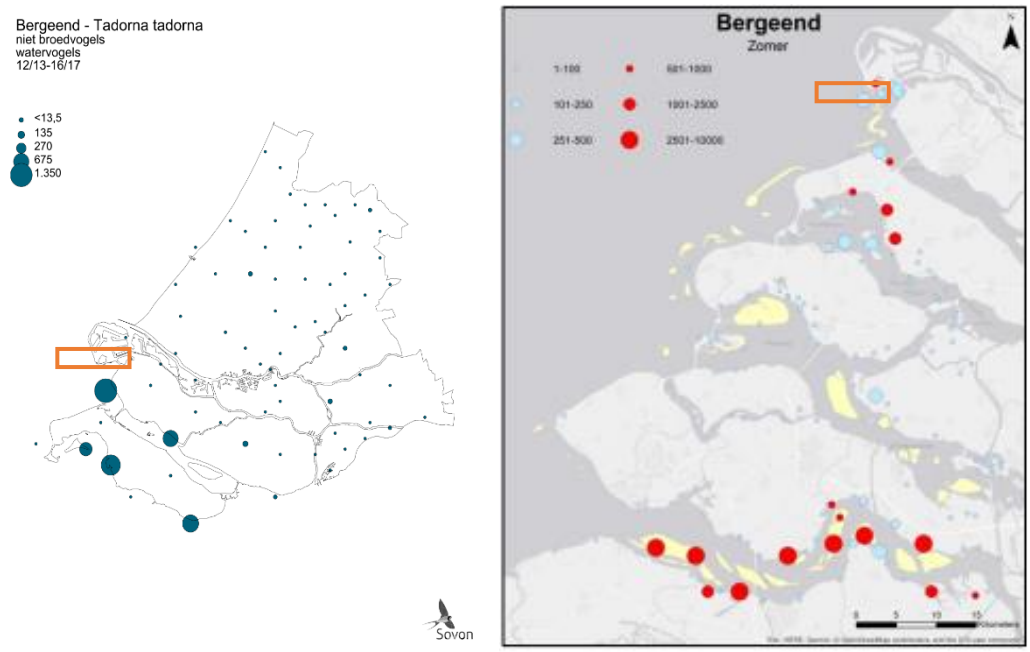
Figuur 43 Verspreiding van de zwarte zee-eend langs de kust in Zuid-Holland (Sovon, 2021j). *Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt*



Figuur 44 Verspreiding van de zwarte zee-eend in verschillende seizoenen over verschillende jaren in de Voordelta (Prins et al., 2020.) Het oranje kader geeft het studiegebied aan

Bergeend

De bergeend (*Tadorna tadorna*) is een kustbewoner. Hij broedt in holen en voedt zich met (week)diertjes uit zachte slikbodems. De bergeend vertoont zich als broedvogel steeds vaker in het binnenland, langs de grote rivieren en andere slibrijke gebieden. De aantallen zijn het hoogst in het ruiseizoen van juli tot en met september. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002). De verspreiding van de bergeend is te vinden in Figuur 45. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 45 Links: Verspreiding van de bergeend als niet broedvogel in Zuid-Holland ((Sovon, 2021a). Rechts: Verspreiding van de bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied (Hoekstein et al., 2020). *Het oranje kader geeft het studiegebied weer* (Sovon, 2021a)

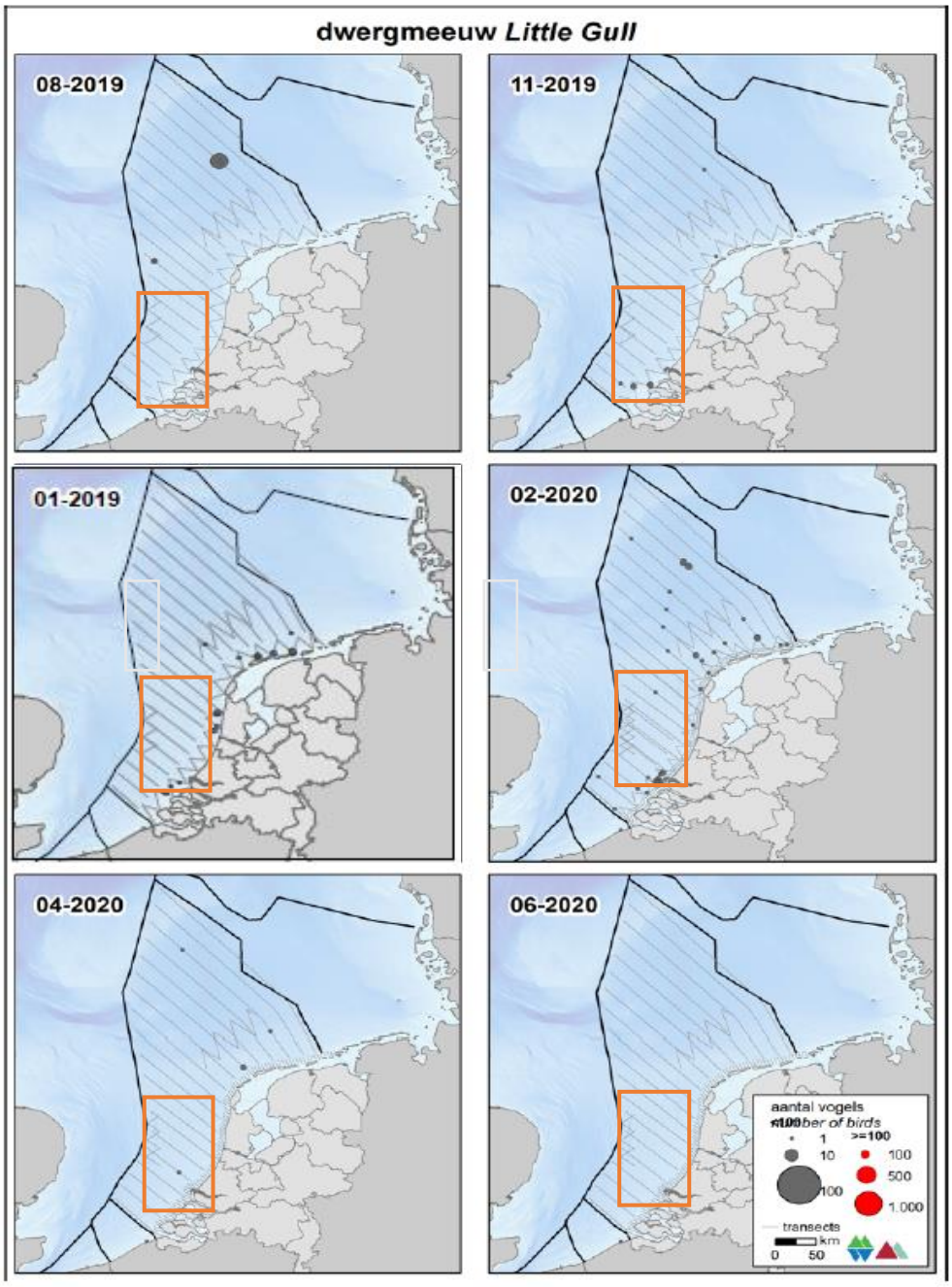
5.2.1.2 Meeuwen

Het Nederlandse kust- en zeegebied is van belang voor verschillende meeuwensoorten: onder andere de kleine mantelmeeuw, kokmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, zwartkopmeeuw en dwergmeeuw. Meeuwen foerageren voornamelijk op open water maar zijn ook opportunistisch in hun foerageergedrag, op stranden en in bewoond gebied kunnen ze ook voorkomen.

Dwergmeeuw

De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) is een kleine meeuwsoort. Hij jaagt op insecten, vissen en kreeftjes. Overwinteren doen dwergmeeuwen op grote zoetwatermeren zoals op het IJsselmeer, maar vooral op zee; van de Oostzee in het noorden en de Middellandse Zee in het zuiden tot in de omgeving van Newfoundland. Vooral in de maanden april-mei en oktober-november trekken dwergmeeuwen door over ons land (Ministerie van LNV, 2008b). Hier is de dwergmeeuw voornamelijk op open wateren, zoetwatermeren, moerassen en rivieren te vinden (Ministerie van LNV, 2008b).

Tijdens de trek van het voorjaar 2019 werd het aantal exemplaren op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) geschat op 34.100 (Fijn et al., 2019). Dit is een aanzienlijk deel van de totale Europese broedpopulatie (72.000-174.0000 exemplaren) dat tweemaal per jaar door de Noordzee trekt.
De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust, Figuur 46 (Fijn et al., 2019). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. Uit trendanalyses van het CBS op basis van de MWTL-data blijkt dat de aflopen 12 jaar de trend in aantallen dwergmeeuwen op de Nederlandse Noordzee stabiel is. De verspreiding en tellingen van de dwergmeeuw zijn te zien in Figuur 46.

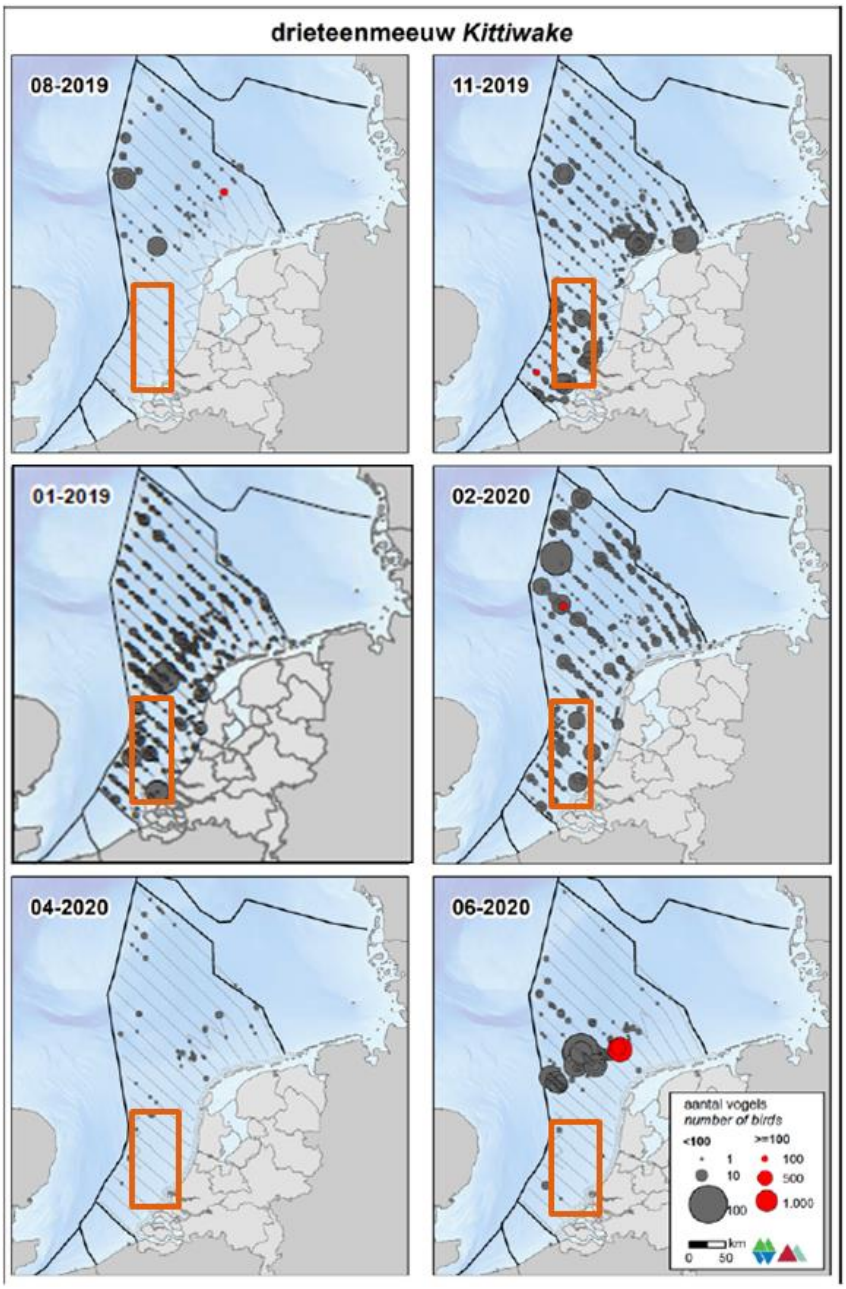


Figuur 46 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd (Fijn et al., 2019)

Drieteenmeeuw

De drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) is de meest voorkomende meeuwensoort op het NCP als wintergast (Fijn et al., 2019) De populatiegrootte was in november 2019 op zijn grootst met 68.700 - 107.8000 exemplaren. Met name het Friese Front, maar ook de Bruine Bank zijn van belang voor deze soort, zie Figuur 47. Op de Bruine Bank zijn de hoogste aantallen in januari geteld, dit waren er ongeveer 980 – 3.400.

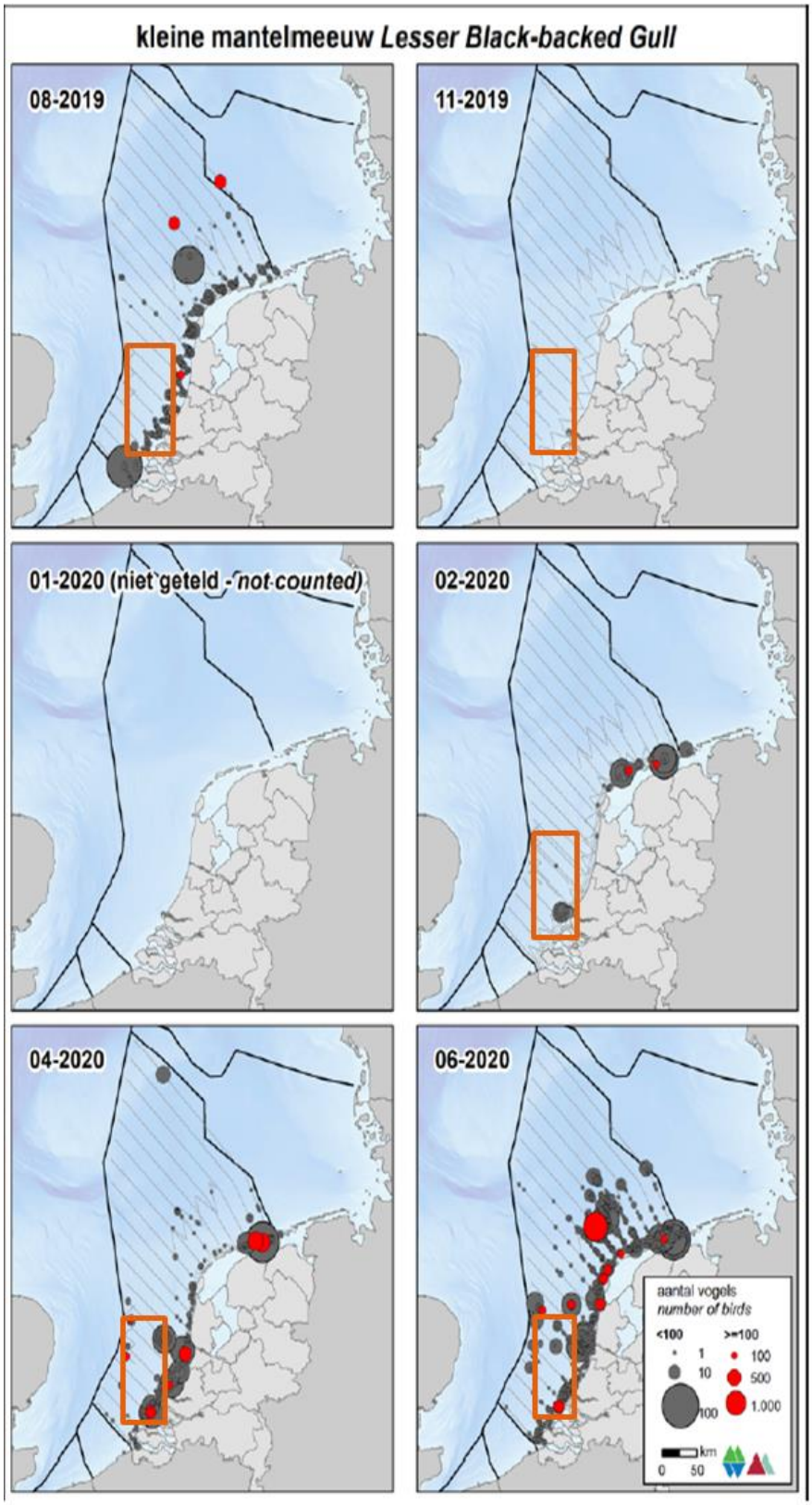
De drieteenmeeuw broedt op olieplatformen uit de kust op het NCP (Mardik F Leopold, 2017). Hij broedt met name op de Noordzee aan de zuidwest kant van het Friese Front.



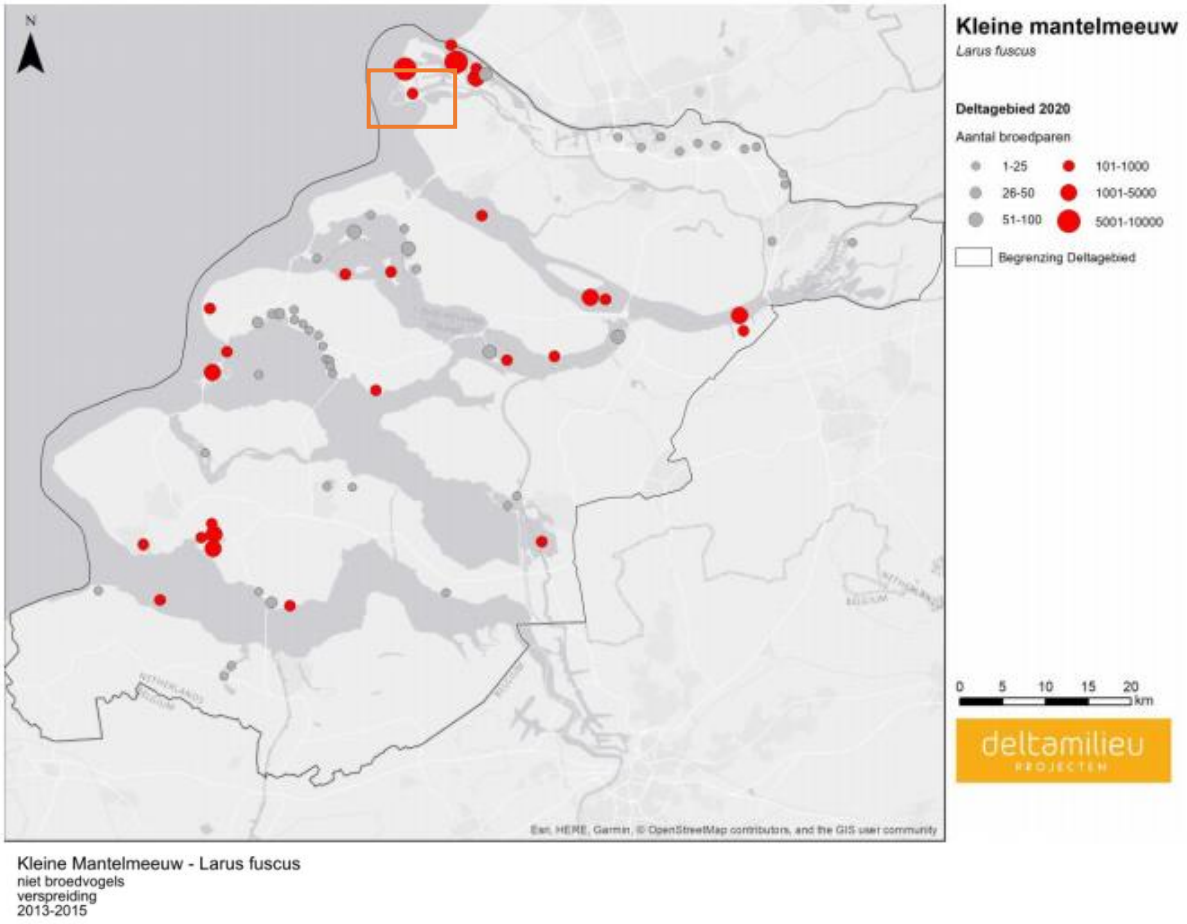
Figuur 47 Verspreiding van de drieteenmeeuw op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). *Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd* (Fijn et al., 2019)

Kleine mantelmeeuw

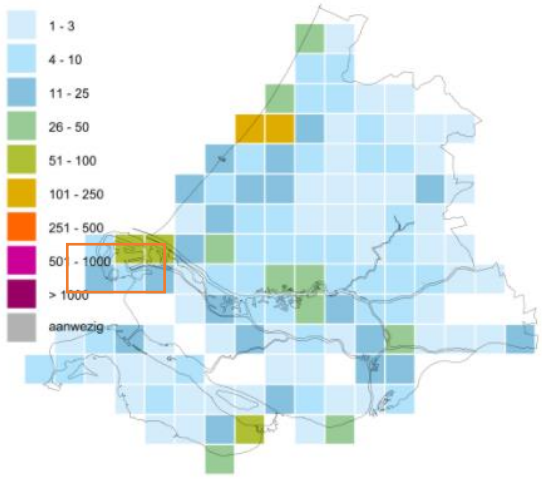
De kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) komt in Nederland voor als broedvogel. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 95.000-110.000 (Boele et al., 2015; Fijn et al., 2019). Hiervan bevinden zich de grootste kolonies in het Deltagebied en op de Waddeneilanden. De kleine mantelmeeuw broedt voornamelijk in kustduinen en op schorren/kwelders (Ministerie van LNV, 2008c). In het najaar trekken de vogels naar het zuiden voor de winter en in februari/maart keren de volwassen vogels weer terug. De jongen blijven in het overwinteringsgebied tot ze geslachtsrijp zijn (Fijn et al., 2018). Figuur 48 laat de verspreiding zien van de kleine mantelmeeuw in 2018-2019. Figuur 49Figuur 49 Verspreiding kleine mantelmeeuw 2016-2018 in Zuid-Holland en het deltagebied als broedvogel (boven) en als niet-broedvogel (onder) (Sovon, 2021f). Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht (onder). Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt laat de verspreiding van de klein mantelmeeuw langs het tracé aan de kust zien.



Figuur 48 Verspreiding van de kleine mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020)*. Er zijn in de afgelopen jaren geen sterns waargenomen in de maand januari*



Kleine Mantelmeeuw - Larus fuscus
niet broedvogels
verspreiding
2013-2015

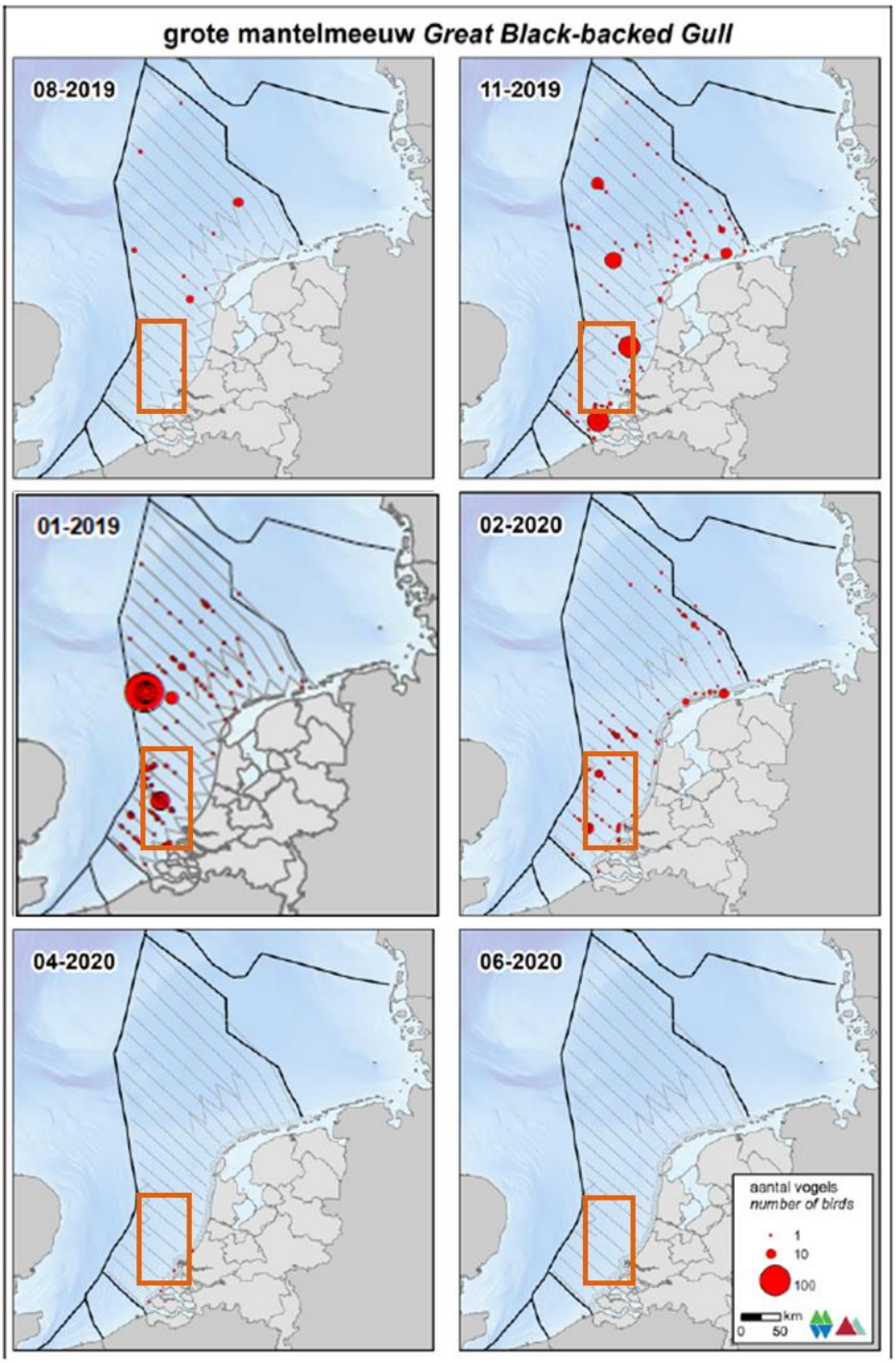


Sovon

Figuur 49 Verspreiding kleine mantelmeeuw 2016-2018 in Zuid-Holland en het deltagebied als broedvogel (boven) en als niet-broedvogel (onder) (Sovon, 2021f)*. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht (onder). Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt*

Grote mantelmeeuw

De grote mantelmeeuw is de grootste meeuwensoort van Nederland. Hij komt veelal voor in de kustgebieden en in de winter rondom de Bruine bank. In februari 2020 zijn tussen de 600 en 1000 individuen waargenomen in de Bruine bank. De verspreiding van de grote mantelmeeuw is te zien in Figuur 50 Verspreiding van de grote mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). *Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd* (Fijn et al., 2019)



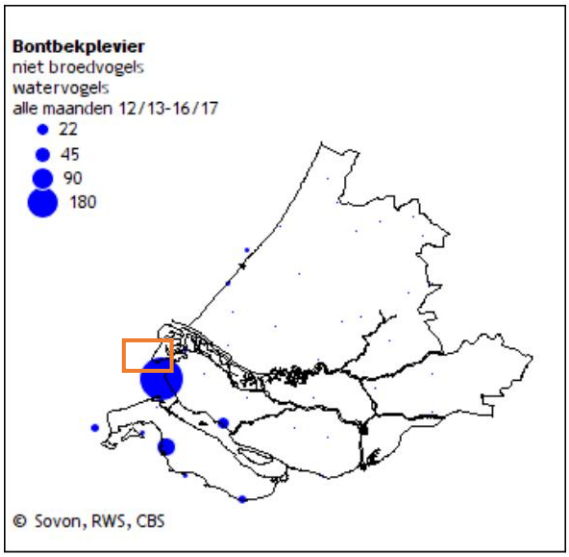
Figuur 50 Verspreiding van de grote mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). *Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd* (Fijn et al., 2019)

5.2.1.3 Steltlopers

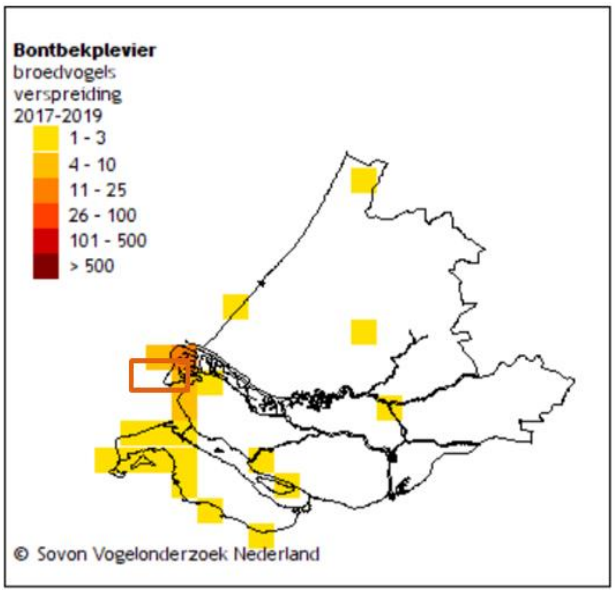
Het Nederlandse kustgebied is van belang voor meerdere soorten steltlopers. Dit zijn onder andere de bontbekplevier, bonte strandloper, kanoetstrandloper, scholekster, steenloper, strandplevier, zilverplevier, rosse grutto, wulp en tureluur. Deze vogels gebruiken de gebieden als foerageergebied en doortrekgebied en komen voor op al dan niet begroeide slikken en platen, stranden en binnen en buitendijkse graslanden. Uitzondering is de steenloper, die vooral op harde substraten, zoals dijken, voorkomt. Met hoogtij maken de steltlopers gebruik van hoogwatervluchtplaatsen, zoals de dijken en platen. In het plangebied gaat het vooral over de steltlopers die zich bevinden op Slikken van Voorne, een aangewezen foerageer- en rustgebied in de Voordelta voor steltlopers.

Bontbekplevier

Bontbekplevieren kunnen het hele jaar worden waargenomen, maar zijn in de wintermaanden schaars. Buiten de broedtijd is de bontbekplevier sterk gebonden aan zout water en intergetijdengebieden, voornamelijk in het Wadden- en Deltagebied (Ministerie van LNV, 2008a). Vele duizenden doortrekkers pleisteren in Waddenzee en Deltagebied (zie Figuur 51). De voorjaarstrek piekt hier in maart en vooral in mei, wanneer hoog noordelijk broedende vogels ons land passeren. In augustus en september zijn opnieuw grote aantallen aanwezig. In het binnenland is de soort schaars. De landelijk getelde aantallen nemen sinds 1975 geleidelijk toe, wat vooral voor rekening van het Waddengebied komt (Sovon, 2021c). De meeste broedparen bevinden zich in het Wadden – en Deltagebied, zie Figuur 52. Langs de Noordzeekustzone komen ook enkele broedvogels voor.



Figuur 51 Verspreiding van de bontbekplevier als niet broedvogel in Zuid-Holland in de periode 12/13 - 16/17. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021b)



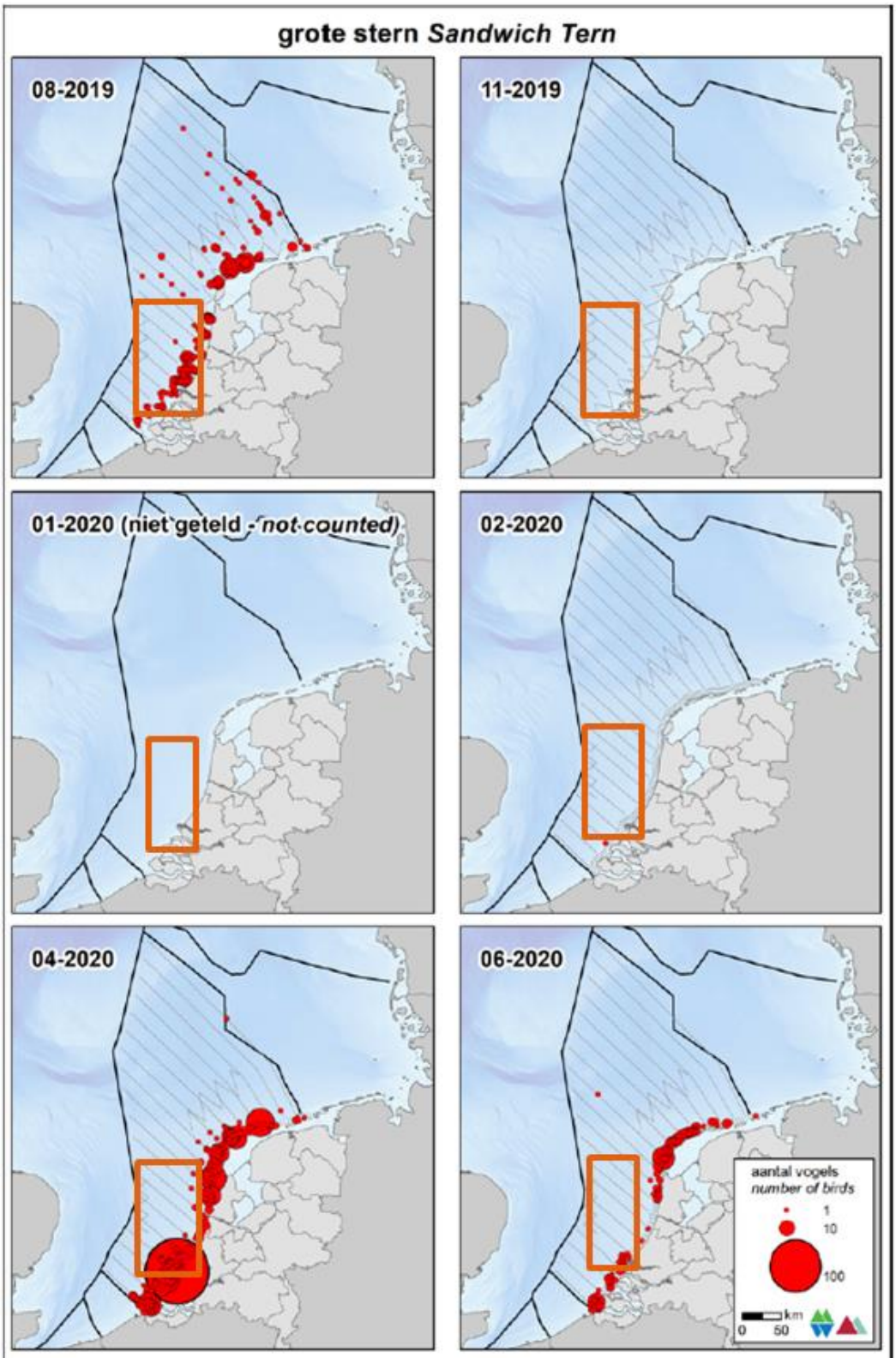
Figuur 52 Verspreiding van de bontbekplevier als broedvogel in de periode 2016-2018. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021b)

5.2.1.4 Sterns

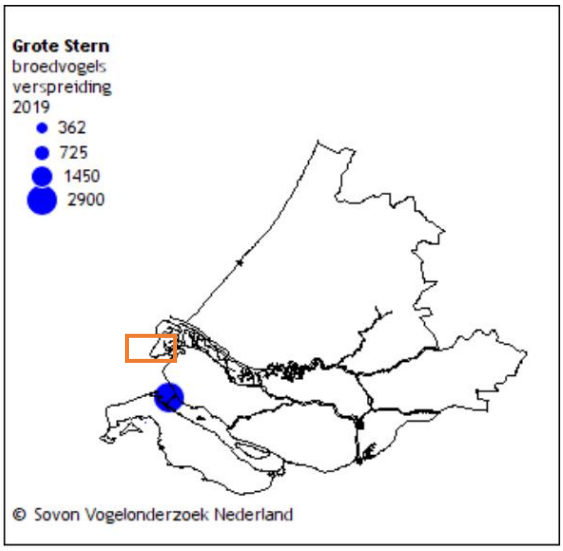
Sterns broeden gewoonlijk in de kustgebieden en foerageren op open water. De soorten zijn typische zichtjagers op vis en zijn afhankelijk van het doorzicht van het water voor het vinden van hun prooi. Ook rondom het plangebied in het Deltagebied broeden er verschillende sternen. Aangezien ze een groot foerageergebied hebben die wel plaatsgebonden is aan hun broedlocaties, kan verstoring door vertroebeling voorkomen. Voorkomende soorten in Nederlandse wateren zijn bijvoorbeeld de Noordse stern (*Sterna paradisaea*), grote stern (*Thalasseus sandvicensis*), dwergstern (*Sternula albifrons*) en de visdief (*Sterna hirundo*).

Grote stern

Grote sterns zijn grofweg van half maart tot half november aanwezig in ons land, in de wintermaanden blijven er soms ook dieren overwinteren. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 17.100 – 17.300 (Fijn et al., 2019). De grote stern verblijft in Nederland in broedkolonies, welke, voor het studiegebied, voornamelijk bij het Haringvliet zijn gelegen (Fijn et al., 2018). Het belangrijkste voedsel van de grote stern tijdens het verblijf in Nederland (haringachtigen en zandspiering) wordt gevangen in een brede zone voor de kust (<50 km) (Fijn et al., 2019). In de winter vertrekken de sterns naar Afrika.



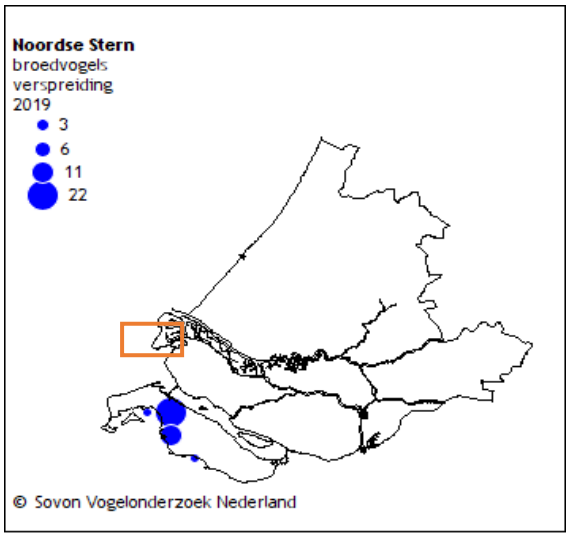
Figuur 53 Verspreiding van de grote stern op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). Er zijn in de afgelopen jaren geen sterns waargenomen in de maand januari



Figuur 54 Verspreiding broedvogels van de grote stern in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021e)

Noordse stern

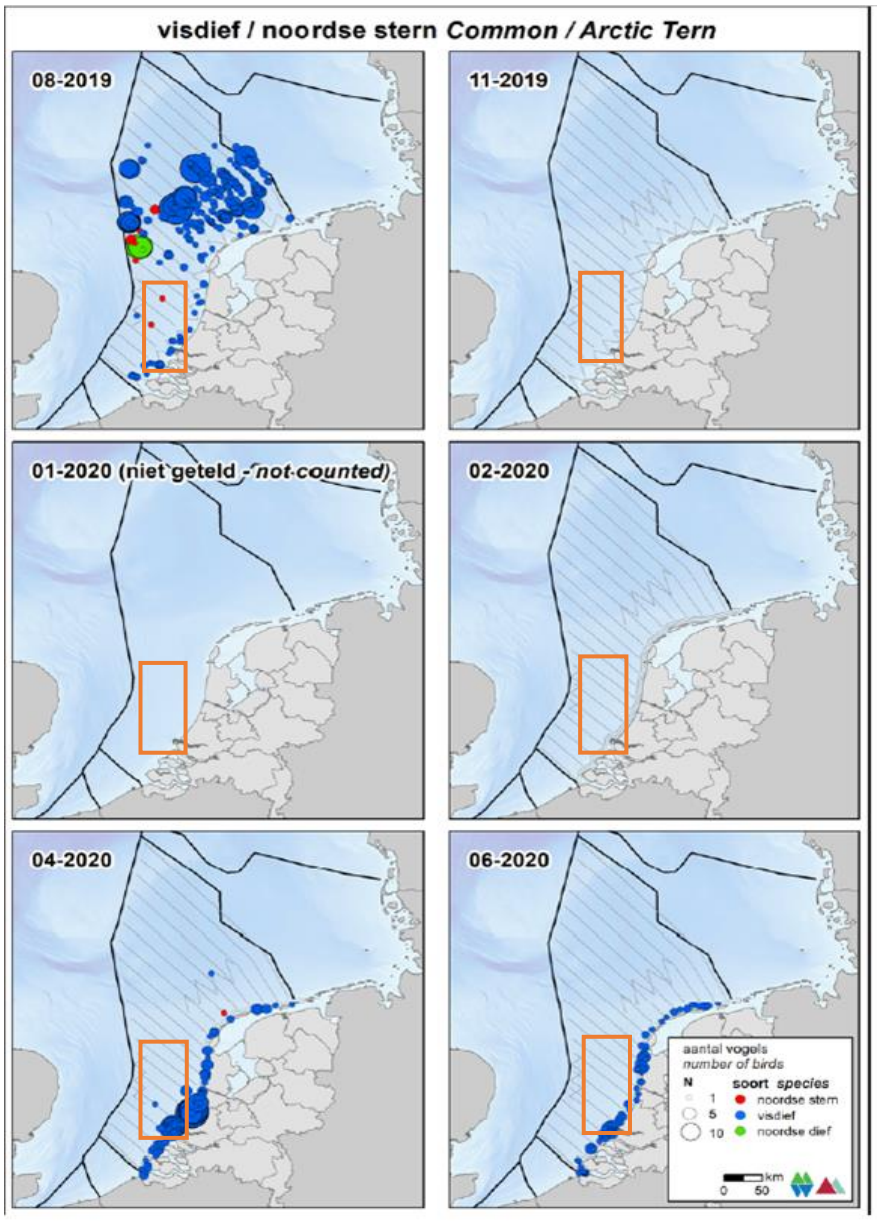
De Noordse stern is samen met de visdief in de Noordzee een doortrekker en zomergast. Ze zijn grofweg vanaf april tot oktober in Nederland. De broedpopulatie is niet heel groot en wordt geschat op 770-840 broedparen (Boele et al., 2018 uit Fijn et al., 2019). De Noordse Stern broedt voornamelijk in de Waddenzee. De grootste broedpopulaties bevinden zich in de Griend, Engelsmanplaat en Eemshaven, maar ook in het Deltagebied. In augustus trekt de soort verder en gaat hij weg van de Noordzee.



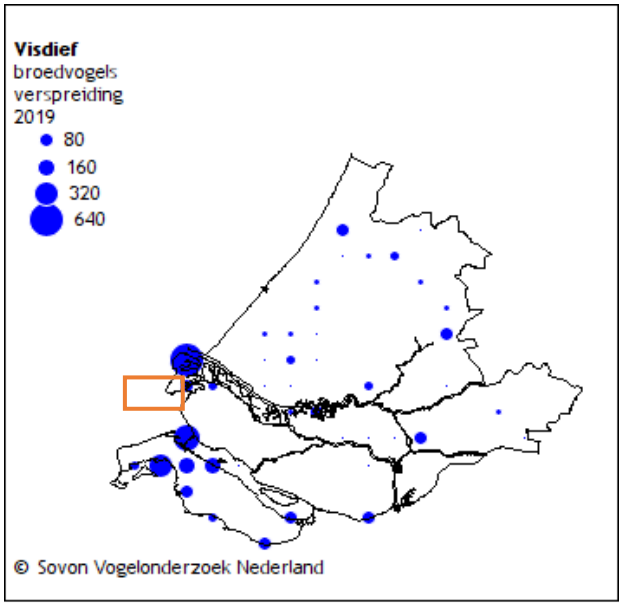
Figuur 55 Verspreiding broedvogels van de Noordse stern. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021h)

Visdief

Visdief (*Sterna hirundo*) is een koloniebroeder met voorkeur voor eilanden en kustgebieden. De visdief overwintert in Zuid-Europa en Afrika en is aanwezig in Nederland tussen eind maart en begin oktober, met pieken op het NCP in oktober, Figuur 56. De visdief broed voornamelijk in het Deltagebied, de Waddenzee en het IJsselmeer, (Fijn et al., 2019). Kleine broedpopulatie komen verspreid door het land voor en bij de Maasvlakte komt een relatief grote kolonie voor, zie Figuur 57. Het drijvende eiland De Visdief in de Slufter is zelfs de grootste visdiefkolonie in het Deltagebied(S.J. Lilipay et al., 2020). De staat van instandhouding van de visdief als broedvogel in Nederland is zeer ongunstig. De Nederlandse broedpopulatie visdiefjes wordt geschat op 14.000-15.600 broedparen (Fijn et al., 2019). De trend is licht negatief met tussen 1990 en 2017 een significante afname van minder dan 5% per jaar. Ook in 2018 en 2019 blijft de licht negatieve trend zich voortzetten. Voedselgebrek kan ertoe leiden dat er jaren zijn waarbij jongen amper volwassen worden.



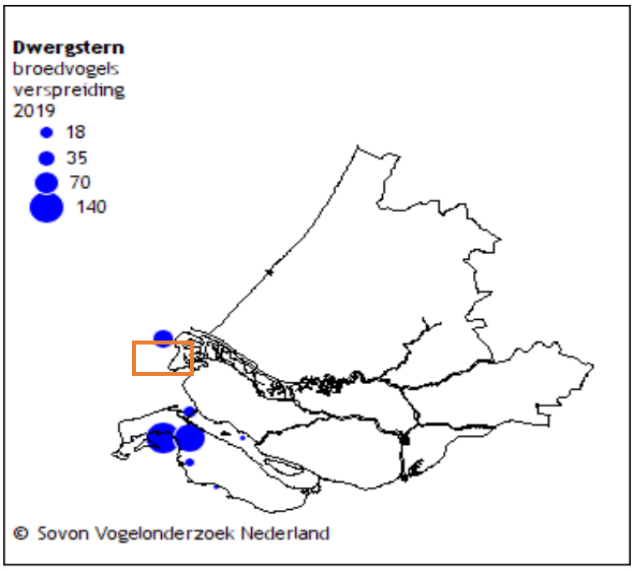
Figuur 56 Verspreiding van de visdief op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). Er zijn in de afgelopen jaren geen visdieven waargenomen in de maand januari



Figuur 57 Verspreiding broedlocaties van de visdief in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021d)

Dwergstern

De dwergstern (*Sternula albifrons*) is de minst voorkomende sternsoort in Nederland. De populatie is ruwweg van half april tot half september in Nederland. De broedpopulatie wordt in 2018 geschat op zo'n 800 dieren(Sovon, 2021d). De broedkolonies bevinden zich vooral in het Deltagebied (ongeveer 2/3 van de populatie) waarvan een deel op de Maasvlakte (Figuur 58). Aangezien de dwergstern relatief dicht rond het nest foerageert en dus weinig uitwijkmogelijkheden heeft (actieradius van 3 km (Del Hoyo et al., 1996)), is er groot belang bij dat de dwergstern niet verstoord wordt tijdens het broeden.



Figuur 58 Verspreiding broedlocaties van de dwergstern in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021d)

5.2.1.5 Duikers

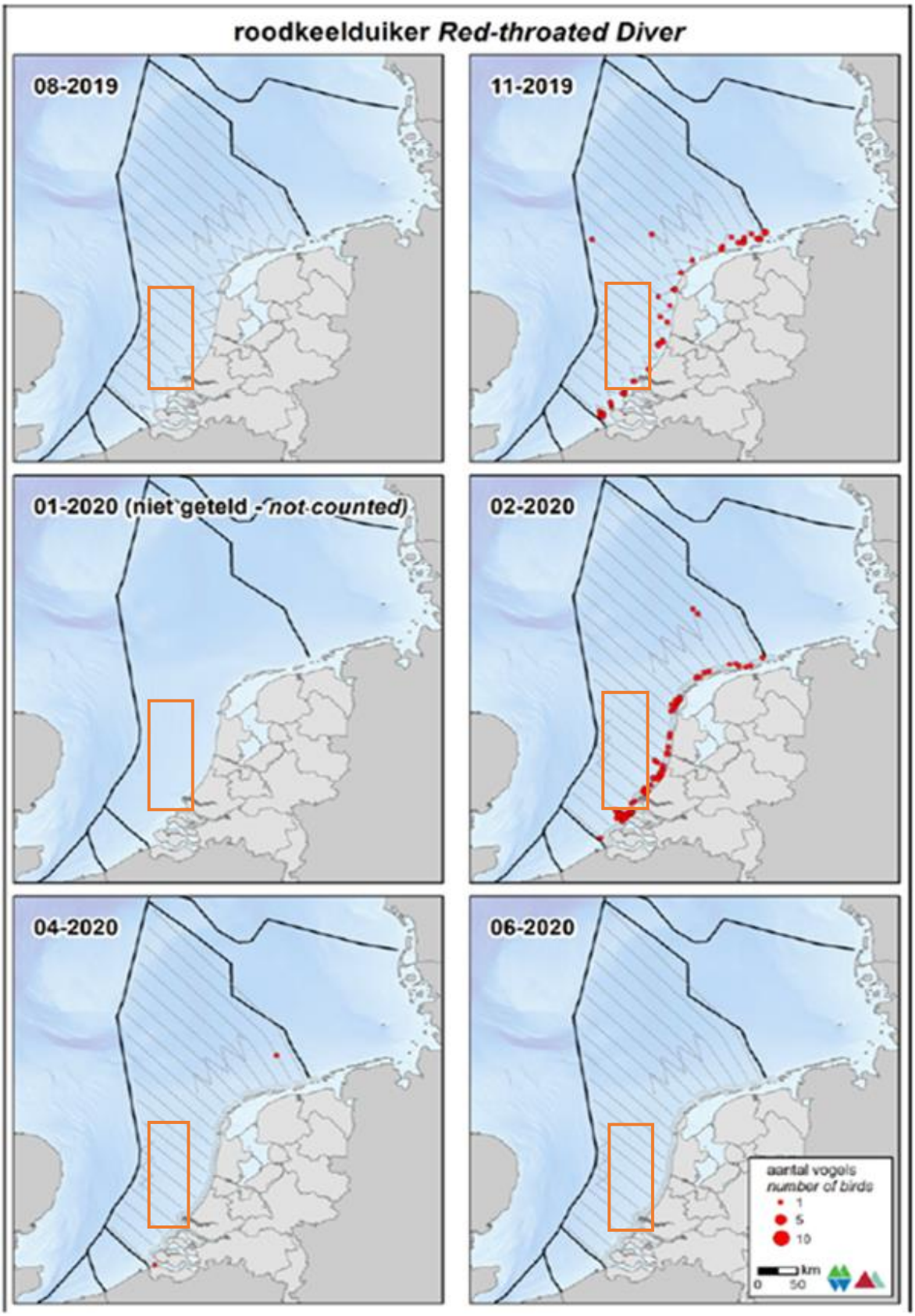
In het Nederlandse deel van de Noordzee komen verschillende soorten duikers voor zoals de roodkeelduiker en de parelduiker. De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) komt alleen in de winter voor in Nederland, van oktober tot mei. Ook de parelduiker (*Gavia arctica*) is een wintergast in Nederland, van september tot mei is de soort aanwezig langs de kust en op open water

Roodkeelduiker

De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) is in Nederland een doortrekker en wintergast in vrij kleine tot vrij grote aantallen in de kustwateren van de Noordzee. Voornamelijk tussen oktober en mei is de soort in de Noordzeekust te vinden (Sovon, 2021g). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Fijn et al., 2019). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de Noordzee (Fijn et al., 2018). De tellingen van Rijkswaterstaat in augustus en november 2018 en januari, februari, april en juni 2019 zijn weergegeven in Figuur 59.

De roodkeelduiker foerageert en rust in de kustzone van de Noordzee, voornamelijk in losse groepsverbanden. In de Voordelta zijn voor de roodkeelduiker Brouwersdam en het Brouwershavensche Gat van groot belang als foerageergebied (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).

De roodkeelduiker eet enkel vissen zoals kabeljauwachtigen, zeedonderpadden, harnasmannetjes, haring, sprot en zandspiering(Ministerie van LNV, 2008e; Verdaat, 2006).



Figuur 59 Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd (Fijn et al., 2019)

Parelduiker

De parelduiker (*Gavia arctica*) lijkt sterk op de veel talrijkere roodkeelduiker en wordt hier vaak mee verward. Duikers zijn moeilijk te monitoren, omdat ze een groot deel van de tijd onder water doorbrengen (Fijn, et al., 2016).

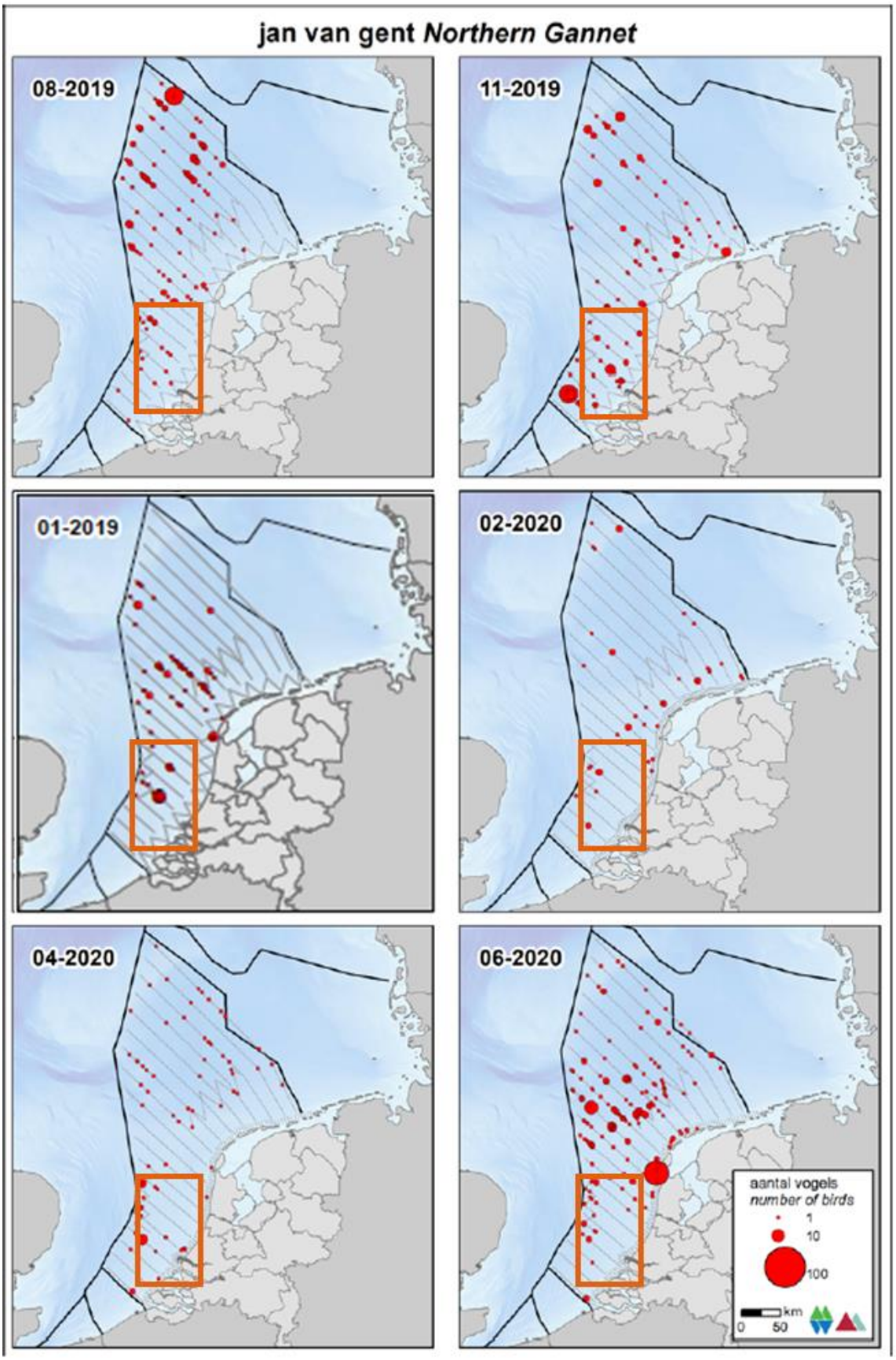
De parelduiker komt vooral voor in de tot 30 m diepe kustzone van de Noordzee en kiest daar waarschijnlijk een leefgebied uit dat vergelijkbaar is met het leefgebied van de roodkeelduiker. Anders dan de roodkeelduiker komt de parelduiker echter ook in kleine aantallen voor op grote binnenwateren. De ecologische vereisten van parelduikers buiten het broedseizoen zijn nauwelijks bekend. De parelduiker is afhankelijk van vis. Welke prooi ze in Nederland kiezen is onbekend. Uit onderzoek in de Oostzee blijkt dat de parelduikers alle vissen eten die door hun keelgat passen (Ministerie van LNV, 2008d).

5.2.1.6 Overige vogels

In de Nederlandse wateren van de Noordzee komen veel verschillende vogels voor die niet in een van de bovengenoemde categorieën horen, maar die wel belangrijk zijn voor de soortenbeschermingstoets. Hier worden de jan-van-gent, grote jager en de zeekoet behandeld.

Jan-van-gent

De jan-van-gent (*Morus bassanus*) is een echte zeevogel die aan de kust nauwelijks voorkomt. De soort is het hele jaar aanwezig maar het zwaartepunt ligt tussen september en half november. Net als de aalscholver is de jan-van-gent een echte viseter; de aantallen gaan omhoog bij een hoger voedselaanbod van bijvoorbeeld jonge haring. De Noordzeepopulatie wordt geschat op 390.000 paar, echter in Nederland zijn geen broedgevallen bekend. De broedpopulaties bevinden zich met name in Groot-Brittannië. Deze soort komt in het studiegebied vooral voor bij de Bruine Bank. In de Bruine Bank is de Jan-van-gent geschat tijdens het hoogseizoen (augustus- september) tussen de 300 en 500 individuen (Fijn et al., 2020), Figuur 60.

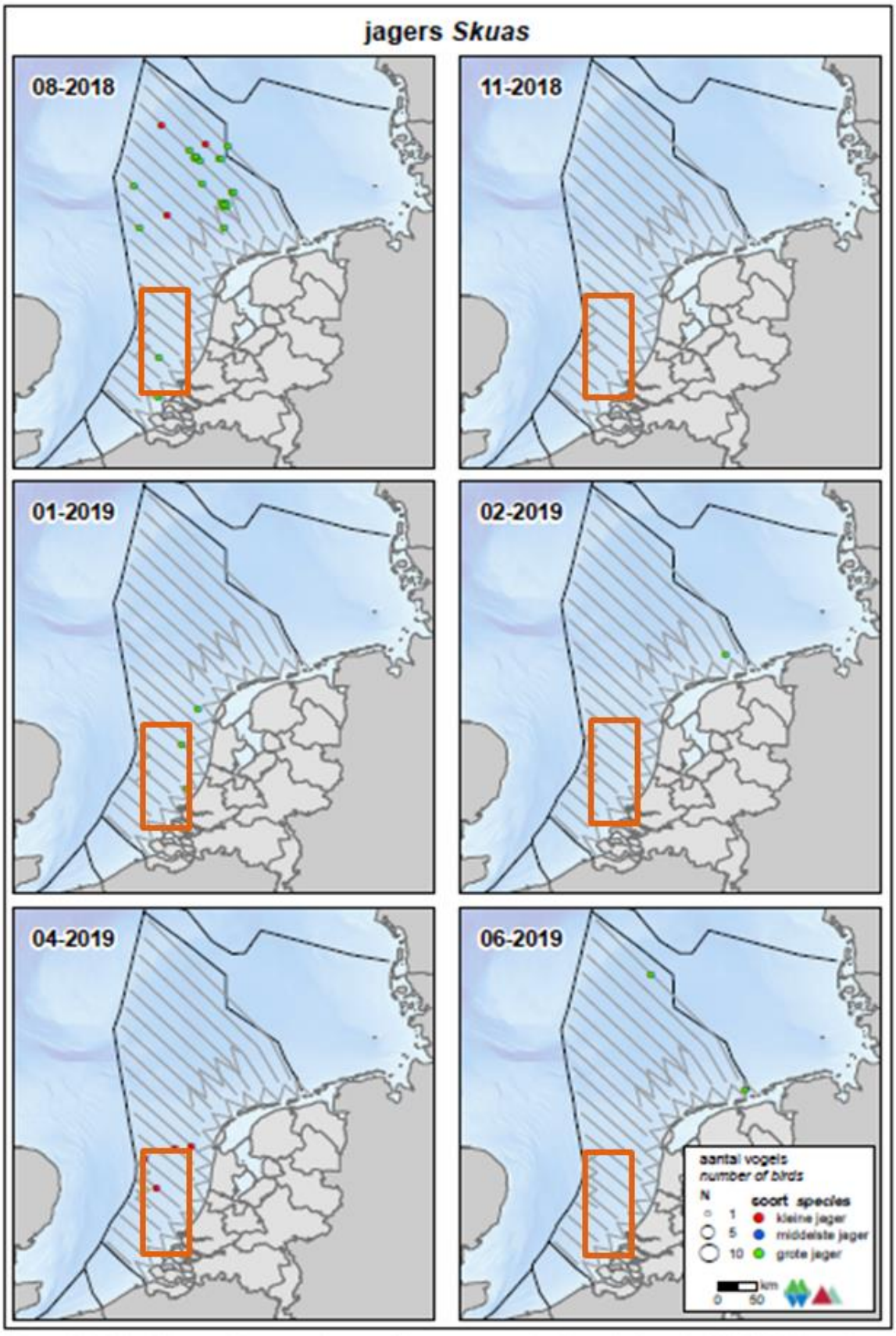


Figuur 60 Jan-van-gent tellingen in 2018 en 2019. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2019)

Grote jager

De grote jager (*Stercorarius skua*) is een vogel van de open zee. Hij foerageert op open zee en in de kustwateren. Het is een opportunistische soort met een gevarieerd dieet. Ook steelt de grote jager vis van andere zeevogels (w.o. jan-van-gent, alken), daarbij achtervolgt hij andere vogels net zolang totdat ze hun prooien loslaten of uitbraken. De grote jager doodt ook vogels (vooral drieteenmeeuw, papegaaiduiker), verder eet het dier pijlinktvis en aas. De grote jager gebruikt het Nederlands Continentaal Plat (NCP) om te foerageren en migreert in het najaar via Nederlandse kustwateren richting open zeegebieden in Zuidwest-Europa en Noordwest-Afrika (Jak et al., 2009). De ruiperiode begint in augustus en loopt parallel met de najaarstrek. In september werden hogere aantallen grote jagers op de Bruine Bank waargenomen (van Bemmelen et al., 2012). Echter, tijdens de zes monitoringsvluchten in het seizoen van 2018/2019 is de grote jager niet waargenomen op de Bruine Bank, Figuur 61 (Fijn et al., 2019)

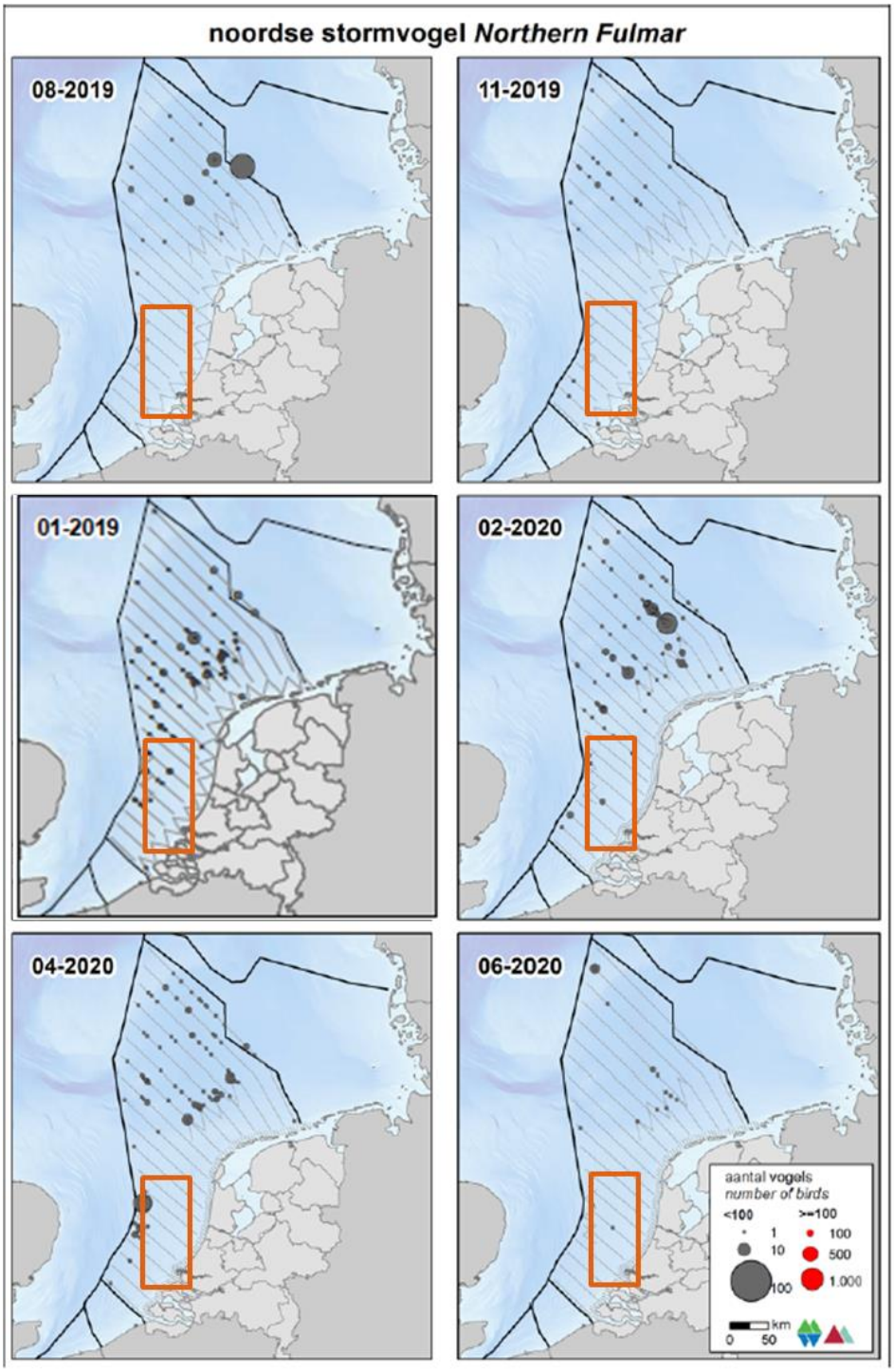
Grote Jagers zijn voor hun voedselvoorziening afhankelijk van hun vliegvermogen. De soort kan het zich niet permitteren het vliegvermogen volledig te verliezen en ruit daarom niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (van Bemmelen et al., 2012).



Figuur 61 Grote jager tellingen in 2018 en 2019. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2019)

Noordse stormvogel

De noordse stormvogel is een vrij algemeen voorkomende soort op de Nederlandse Noordzee, zie Figuur 62. De Atlantische populatie wordt geschat op 2.700.000 – 4.100.000 exemplaren, de Noordwest-Europese populatie op 535.000 broedparen (Fijn et al., 2018). De noordse stormvogel komt in Nederland vrijwel niet aan de kust voor.

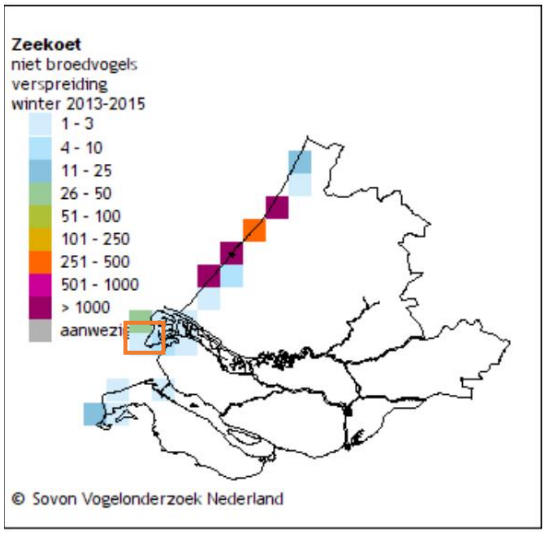


Figuur 62 Verspreiding van de Noordse stormvogel op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020)*. Aangezien er in deze periode niet gevlogen is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soort rond deze tijd* (Fijn et al., 2019)

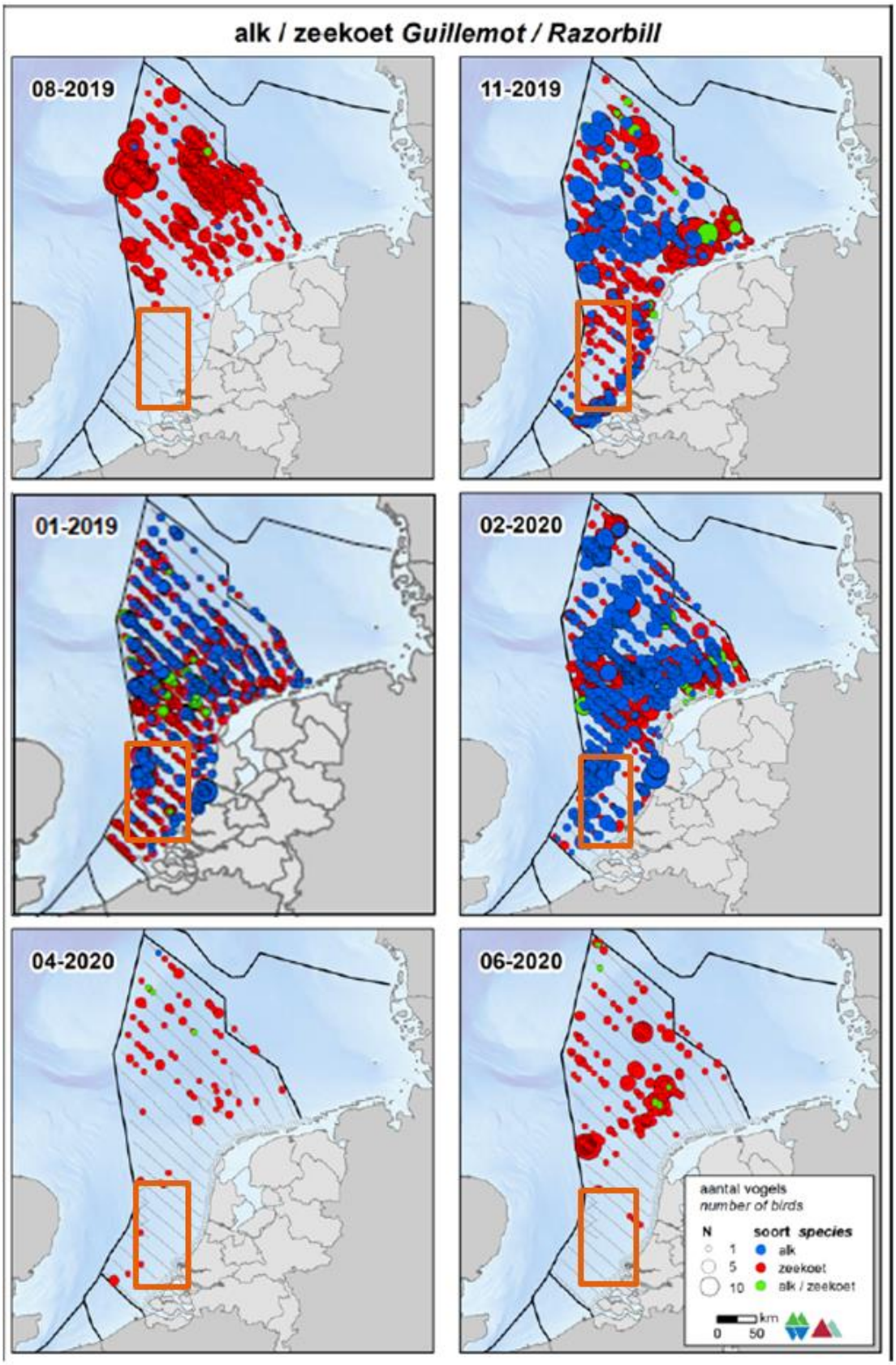
Zeekoet

De zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In augustus verschijnt de zeekoet op de centrale Noordzee, wanneer de alk nog grotendeels afwezig is. De zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over het hele Nederlands Continentaal plat voor (zie Figuur 64). Op het NCP werden er in februari 2019 rond de 276.400 individuen geschat. Dichtheden dicht langs de Nederlandse kust zijn lager dan verder op zee. In november 2018 werd de zeekoet geschat op ongeveer 31.000 individuen in de kustzone (Fijn et al., 2019). Een beeld van de verspreiding hiervan is te vinden in Figuur 64. Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september op de Bruine Bank. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed (zie Tabel 8, Figuur 65 en Figuur 66).

Zeekoeten jagen onder water naar voedsel, tussen gemiddeld 20 en 50 meter diepte, waarbij ze hun vleugels gebruiken voor de voorstuwing. Belangrijke prooisoorten zijn zandspiering en haringachtigen in de zomer en grondels, zeenaalden en kabeljauwachtigen in de winter. Zeekoeten worden door scheepsbewegingen verstoord. Vaak reageren ze op naderende schepen door te duiken of soms door weg te vliegen. Ook laten ze andere tekenen van stress zien. Samen duidt dit erop dat schepen het natuurlijk gedrag van zeekoeten verstoren. Het gevolg van deze verstoring is dat de tijd die nodig is om te eten en te rusten wordt gereduceerd, waardoor de vogels in conditie achteruit kunnen gaan (Jak et al., 2009).



Figuur 63 Verspreiding van de zeekoet als niet broedvogel in de winters van 2013-2015 in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021i)



Figuur 64 Verspreiding van de alk en zeekoet op het NCP in het seizoen 2019/2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (Fijn et al., 2020). Aangezien er in deze periode niet een surveyvlucht gedaan is tijdens de periode 01-2020, is deze vervangen door dezelfde vlucht van een jaar eerder, om toch een beeld te geven van de verspreiding van deze soorten rond deze tijd (Fijn et al., 2019)

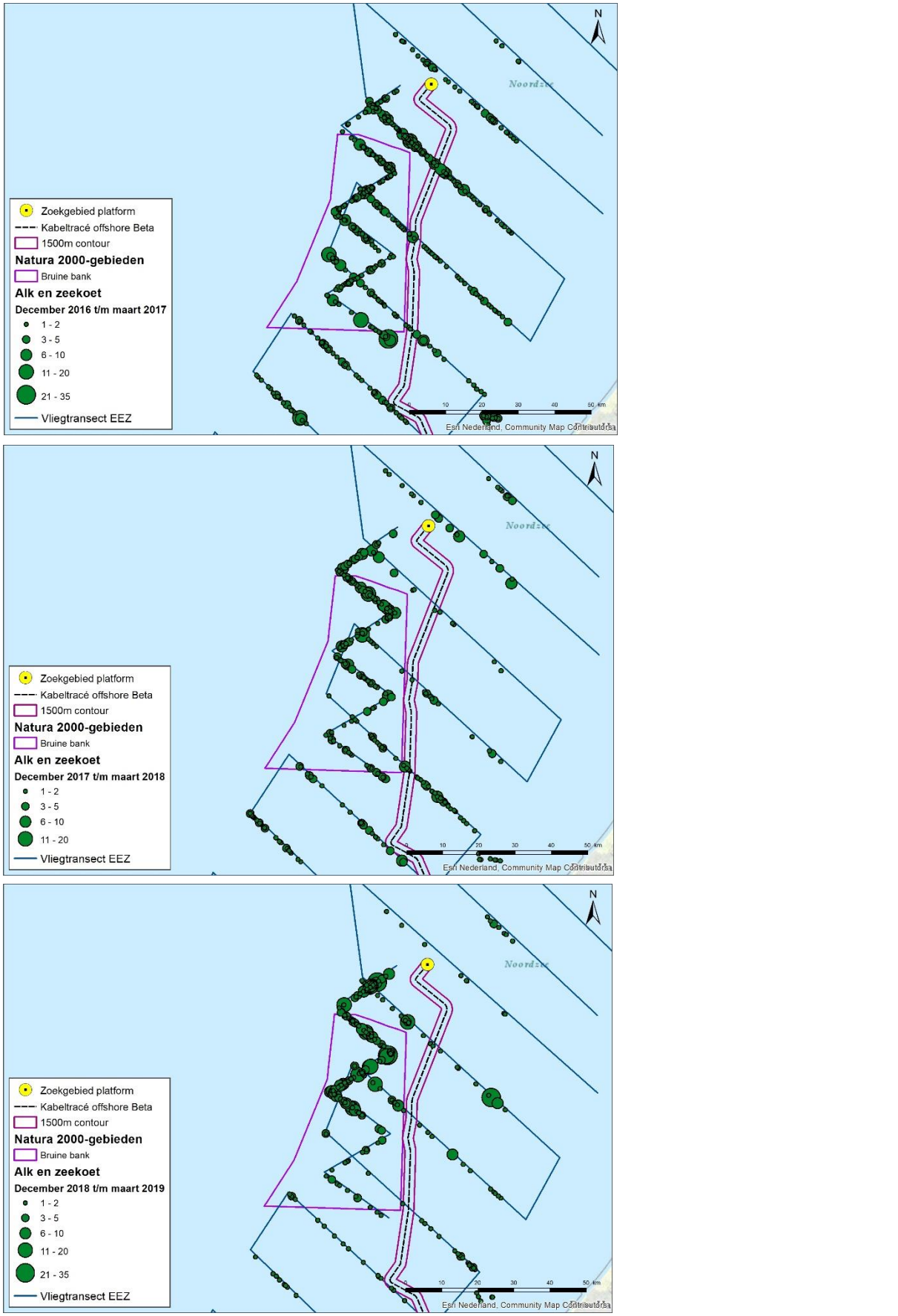
Alk

De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP (zie Figuur 64). Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en in de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee (Fijn et al., 2019). In november 2018 zijn de aantallen van de alk geschat op ongeveer 53.600 individuen op het NCP (Fijn et al., 2019).

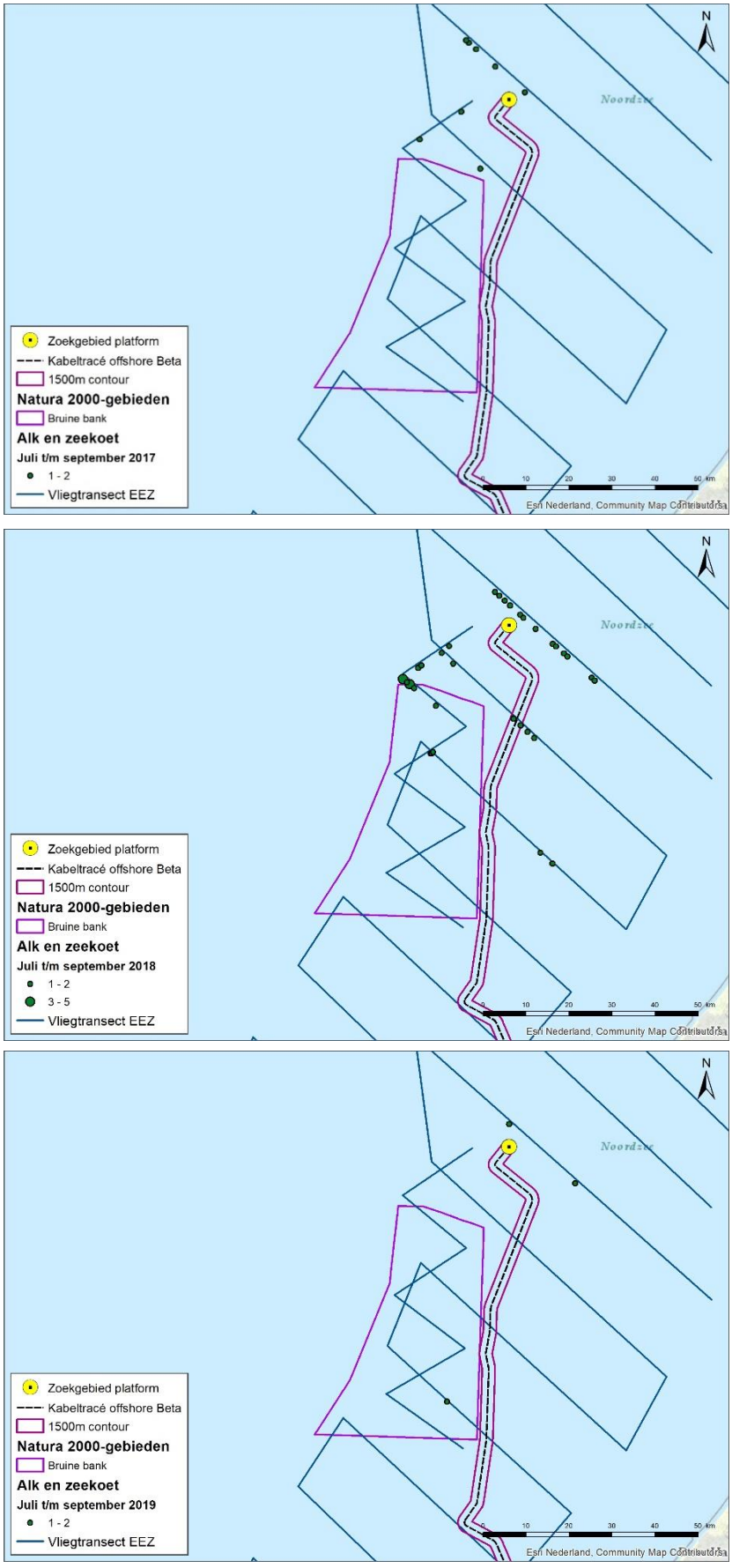
Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart. Concentraties ruiende alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank (Bemmelen et al., 2012). In deze ruiperiode kunnen de alken, net als de zeekoet, hun vliegvermogen verliezen waardoor ze tijdens de aanlegactiviteiten van het tracé en platform lastig kunnen uitwijken en dus extra gevoelig zijn voor de verstoring. Het aantal alken en zeekoeten zijn weergeven in de onderstaande tabellen en figuren, zie Tabel 8, Figuur 65 & Figuur 66.

Tabel 8: Geschatte maximale dichtheid en maximale populatiegrootte van zeekoet en alk tijdens zes monitoringsvluchten in 2018-2019 op de Bruine Bank (Fijn et al., 2019)

Telling	Zeekoet		Alk	
	Dichtheid (km²)	Populatie	Dichtheid (km²)	Populatie
Aug	0,765	988	0	0
Nov	0,982	1.268	0,891	1.152
Jan	10,858	14.029	2,854	3.687
Feb	78,982	102.042	5,362	6.928
Apr	1,012	1.308	0	0
Jun	0,157	203	0	0



Figuur 65 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode december tot en met maart, voor de tellingen van 2016/2017, 2017/2018 en 2018/2019 (Fijn et al., 2019)



Figuur 66 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode juli tot en met september, voor de tellingen van 2017, 2018 en 2019 (Fijn et al., 2019)

5.2.2 Vleermuizen

Vleermuizen maken net als vogels ook gebruik van het NCP als trek- en foerageergebied. Hier jagen de vleermuizen op insecten. Insecten worden aangetrokken door structuren als boten en windturbines. Overdag schuilen vleermuizen op boorplatformen en in windparken. Het gaat om de ruige dwergvleermuis, de rosse vleermuis en de tweekleurige vleermuis. Deze soorten zijn verspreid over de gehele Noordzee (Noordzeeloket, 2017). De aanwezigheid van de ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis op zee en op de platformen is sterk seizoensgebonden, wat erop duidt dat de soorten die worden waargenomen aan het migreren zijn (Lagerveld et al., 2017). Lange tijd werd gedacht dat vleermuizen niet over de Noordzee migreerde, maar hoofdzakelijk langs de kust. Tussen 2013 en 2019 heeft ringonderzoek aangetoond dat vleermuizen de Noordzee met succes kunnen oversteken (Bat Conservation Trust, 2020). Met name eind augustus/september en maart tot juni werden vleermuizen waargenomen bij verschillende offshore locaties, (Lagerveld et al., 2017). Dit zijn respectievelijk de migratieperioden naar de winterverblijven en zomerverblijven (terugkeer van de vrouwtjes naar de kraamkolonies). In juli en begin augustus zijn de waarnemingen zeldzaam.

5.2.3 Zeezoogdieren

Op het Nederlands Continentaal Plat komen verschillende soorten zeezoogdieren voor. De meest voorkomende soorten zijn de bruinvis, de gewone zeehond en de grijze zeehond. Deze soorten zijn het jaar rond te vinden op het NCP. De overige soorten worden op het eind kort behandeld.

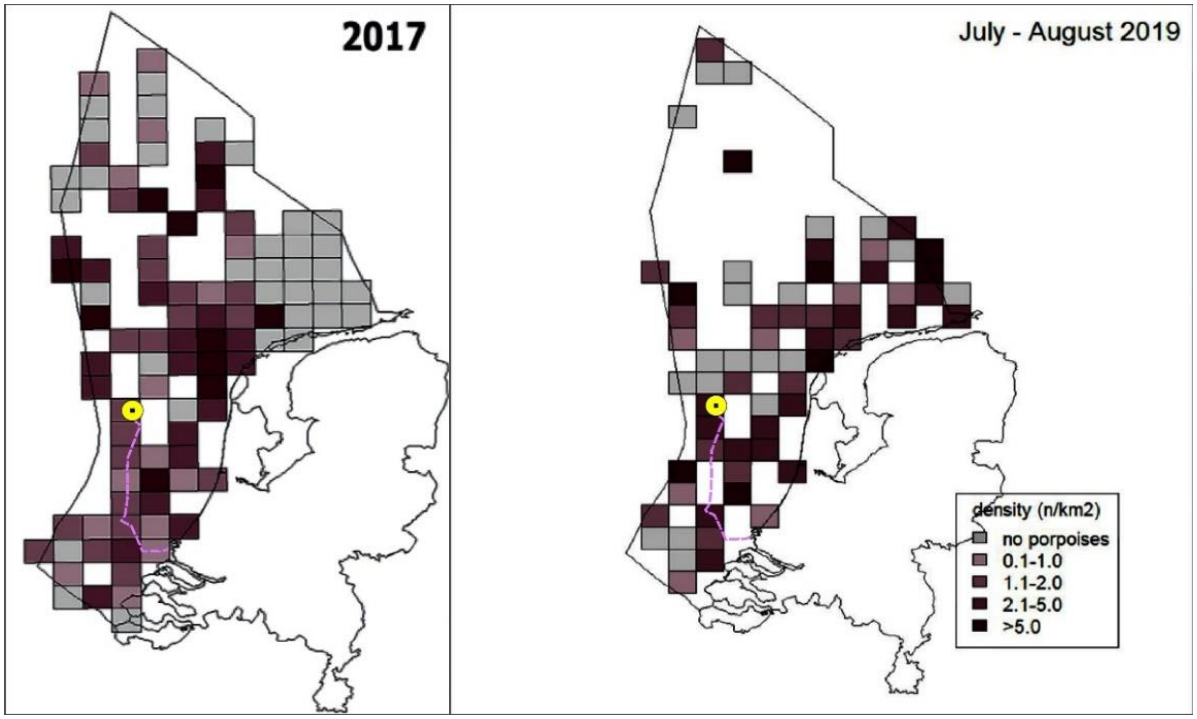
5.2.3.1 Bruinvis

De bruinvis *(Phocoena phocoena)* is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 67). Veelal worden de dieren alleen of in kleine groepjes waargenomen, soms worden groepen van enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen, het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van plaatselijk voedselaanbod.

Het belangrijkste leefgebied van de bruinvis omvat de kustwateren van de gematigde en subarctische delen van het noordelijke halfrond. De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a).

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste twee zomertellingen is weergegeven in Figuur 67. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2017 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied, Figuur 67. Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.



Figuur 67 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km^2) per 1/9 ICES blok, metingen van zomer, 2017 en 2019. Blokken waar geen of te weinig observatie-inspanning is verricht zijn niet opgenomen en zijn in wit weergegeven. Ligging van platform en tracé is hierin aangegeven (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018).

5.2.3.2 Gewone zeehond

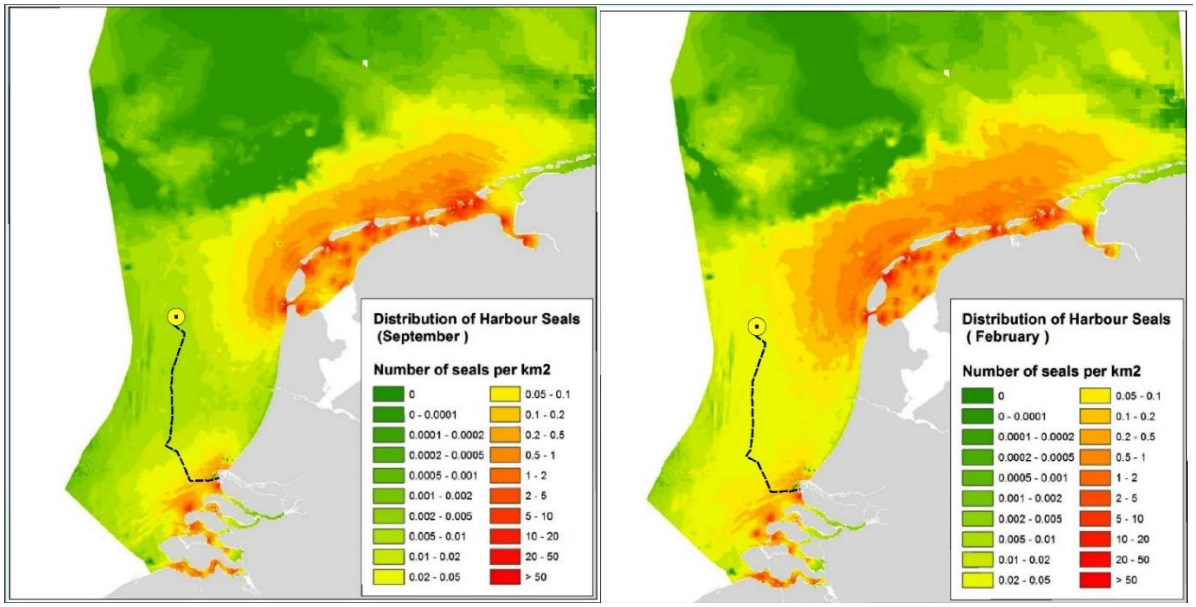
De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is het meest voorkomende zoogdier in de Nederlandse kustwateren. De gewone zeehond zoekt zijn voedsel in de kustwateren en verder op zee. Hierbij trekken ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op om te foerageren. De soort is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en verstoring van de populaties dient dan met name voorkomen te worden (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen voor een langere periode wegblijven of zich in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

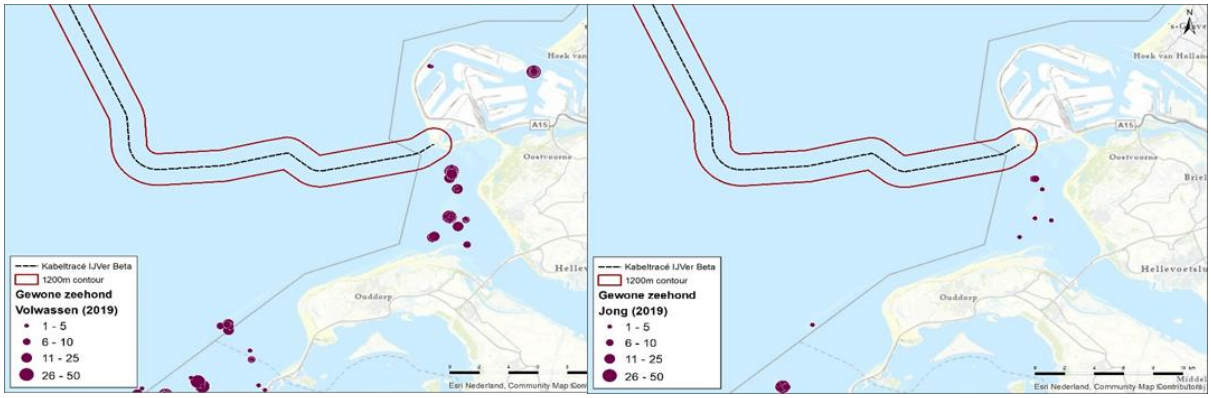
Hoewel de populatieomvang van de gewone zeehond een zeer positieve trend vertoont is de landelijke staat van instandhouding van de gewone zeehond (uit voorzorg) als matig ongunstig beoordeelt. Dit is gebaseerd op een ongunstig toekomstperspectief door het potentiële effect van menselijke activiteiten in de Waddenzee, Noordzee en Delta. Het is nog onvoldoende duidelijk wat het effect is van deze activiteiten (zand- en schelpwinning, visserij, toerisme, windmolens) op de populatie ontwikkelingen.

Gewone zeehonden komen voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en Deltagebied om te rusten, verharen en zogen en foerageren voornamelijk op de Noordzee.

De algehele verspreiding van gewone zeehonden op het NCP, in de Waddenzee en Delta is weergegeven in Figuur 68 (Aarts et al., 2016). De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die (foerageer)tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Het model is een combinatie van een habitatmodel en teldata van zeehonden op ligplaatsen in de Waddenzee en Deltagebieden. De dichtheden zeggen wat over de gebruiksfunctie van het gebied voor de zeehonden. Liggebieden van de gewone zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 69. De platen nabij de Maasvlakte, waaronder de hinderplaat, worden door de gewone zeehond gebruikt als ligplaats, ook met jonge gewone zeehonden.



Figuur 68 De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven zijn de verspreiding in september (links) en februari (rechts). Ligging van platform en tracé is hierin aangegeven (Aarts et al., 2016)



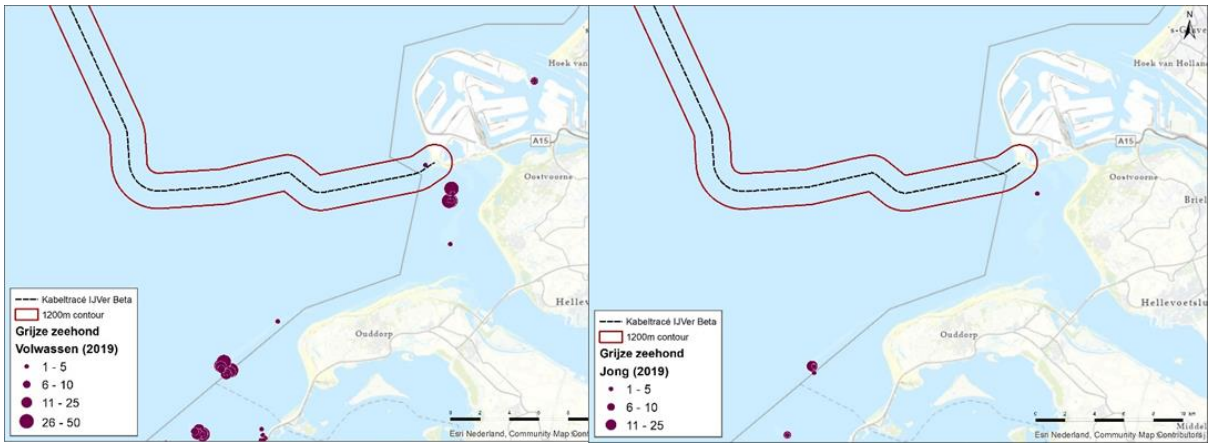
Figuur 69 Ligplaatsen van gewone zeehonden (links) en van jonge gewone zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020)

5.2.3.3 Grijze zeehond

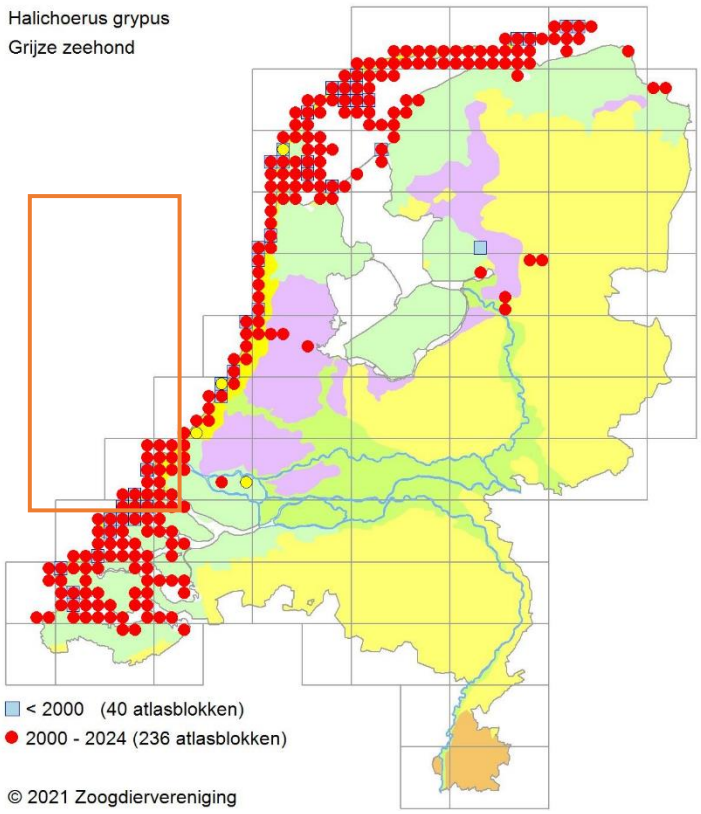
De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied, zoals is weergegeven voor de gewone zeehond, is niet beschikbaar voor de grijze zeehond. Wel is een verspreidingskaart beschikbaar exclusief waarnemingen op het NCP, zie Figuur 71.

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 70.
De platen nabij de Maasvlakte, waaronder de Hinderplaat, worden door de grijze zeehond gebruikt als ligplaats. Op de Hinderplaat zijn ook enkele jonge grijze zeehonden waargenomen, zie het rechter plaatje in Figuur 70.

Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de aanwezigheid van ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die tijdens normaal hoogwater niet onderlopen. Dit is belangrijk voor een efficiënte verharingsperiode en omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Gedurende deze periode is verstoring nadelig. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans eerder worden verstoord (Ministerie van Economische Zaken, 2014c).



Figuur 70 Ligging van grijze zeehonden (links) en jonge grijze zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020)



Figuur 71 Verspreiding van de grijze zeehond (via verspreidingsatlas.nl, 2020). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2024, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020

5.2.3.4 Overige zeezoogdieren

De dwergpotvis, gestreepte dolfijn, gewone spitsdolfijn, gewone vinvis, grijze dolfijn, kleine zwaardwalvis, narwal, Noordse vinvis, orka, potvis, walrus en witflankdolfijn zijn niet relevante soorten voor het studiegebied. Deze soorten zijn niet recentelijk (<5 jaar) met regelmaat waargenomen in de Nederlandse kustwateren (Website NDFF, 2020) en voornamelijk als verdwaald, zwak of dood aangetroffen. Deze zoogdiersoorten worden daarom niet meegenomen in deze beoordeling. Hieronder volgt een korte beschrijving van zeezoogdieren die in de afgelopen 5 jaar, van 2015 tot 2020, in mindere mate of sporadisch zijn waargenomen in de Nederlandse kustwateren.

De bultrug (*Megaptea novaeangliae*) is een middelgrote baleinwalvis die tot ongeveer 17 meter lang kan worden. De bultrug leeft voornamelijk in Arctische wateren maar migreert naar warme wateren om te bevallen en het jong groot te brengen, tijdens deze periode vast de walvis. Waar deze soort eerst zeer zeldzaam was, wordt deze steeds vaker als (dwaal)gast waargenomen in de Nederlandse wateren. De laatste jaren zijn er jaarlijks 2 á 3 exemplaren gezien, die enige tijd voor de Nederlandse kust verbleven (Waarneming.nl, 2017a). Dit waren solitaire (jong)volwassen dieren die voornamelijk foerageerden in onze wateren op waarschijnlijk grote scholen haring.

De gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) is een slanke, tot 2,5 meter lange dolfijnsoort met een lange snuit en een karakteristiek geelachtig tot roomwit ’zandloperpatroon’ op de flanken. Ze zijn de meest algemeen voorkomende dolfijnen in het Middellandse Zeegebied maar zijn sporadisch te

vinden in de Noordzee die dan ook de noordgrens is van zijn areaal. De (schaarse) waarnemingen tussen 2015 en 2020 waren dan ook veelal van solitaire individuen (Waarneming.nl, 2017b). Gewone dolfijnen zijn echte groepsdieren, het feit dat voornamelijk solitaire en gestrande dieren in onze wateren worden aangetroffen geeft aan dat het gaat om afwijkend gedrag van verdwaalde of zieke individuen.

De griend (*Globicephala melas*) is een zwarte, tot ruim 6,5 meter lange dolfijnachtige met een bolle kop, een zeer korte snuit en lange dun uitlopende sikkelvormige borstvinnen. Grienden die in Nederland aangetroffen worden komen oorspronkelijk uit de Noordelijke Atlantische Oceaan. In Nederlandse kustwateren zijn er in 2015 en 2018 waarnemingen gedaan van 1 (2018) tot 8 à 10 (2015) dieren (website NDFF, 2019).

De tuimelaar (*Tursiops truncatus*) is een forse, tot bijna 4 meter lange, overwegend bruingrijs gekleurde dolfijn met een vrij korte, stompe snuit. De tuimelaar was vroeger te vinden in de Nederlandse kustwateren die de noordgrens vormt van zijn areaal. De tuimelaar verdween in de jaren ’60 door afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk en de daarmee gepaarde stop van de paaitrek van de Zuiderzeeharing. Sindsdien zijn tuimelaars, afgezonderd van enkele solitaire zwervers, redelijk zeldzaam geworden in de Nederlandse kustwateren. De Schotse en Engelse tuimelaars trekken de laatste jaren steeds verder naar het zuiden. De kans dat een groep dan even op bezoek komt in de Nederlandse kustwateren wordt daarmee steeds groter (ecomare.nl). Van 2015 tot 2020 zijn er zes waarnemingen gedaan van solitaire dieren waarvan twee dode aangestrande dieren. Daarnaast werd zeer uitzonderlijk eind 2014 een groep van naar schatting 35 dieren aangetroffen voor de Zeeuwse kust. Ondanks de vele waarnemingen (waarneming.nl) is het moeilijk om met zekerheid en kritische blik de tuimelaar te herkennen en niet te verwarren met een witsnuitdolfijn, wat niet alle waarnemingen even betrouwbaar maakt.

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) is een middelgrote, tot 3 meter lange, zwaargebouwde dolfijn met een korte snuit. Witsnuitdolfijnen leven verder van de kust en is een soort van de koudere zeeën en komt algemeen voor rond Schotland, IJsland en Noorwegen. De Noordzee ligt hiermee op de zuidgrens van het areaal van deze dolfijnensoort. De witsnuitdolfijn is hedendaags de meest voorkomende dolfijnsoort en na de bruinvis de meest voorkomende walvisachtige in de Nederlandse Noordzee (Ecomare.nl, 2017). Van 2014 tot 2019 zijn er waarnemingen bekend met aantallen van 1 tot 7 dieren rond Den Haag en Wijk aan Zee (Website NDFF, 2020). In 2019 is de witsnuitdolfijn op de overtocht tussen Nederland en Groot-Brittannië zeven keer geteld (Rugvin, 2020). Het blijft moeilijk om de gewone dolfijn, witsnuitdolfijn en witflankdolfijn goed te definiëren waardoor veel waarnemingen niet met zekerheid goedgekeurd kunnen worden. De witsnuitdolfijn is wel een regelmatige gast in Nederlandse wateren. Bevestigde waarnemingen zijn echter te schaars en zijn status als gast in de Nederlandse wateren in combinatie met zijn voorkeur voor diepere wateren duidt erop dat de kans op aantreffen van de witsnuitdolfijn in het studiegebied specifiek alsnog zeer gering is.

De bultrug, gewone dolfijn, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn worden klaarblijkelijk allen slechts sporadisch waargenomen in de Nederlandse kustwateren en in het studiegebied. De kans op eventuele verstoring is dan ook verwaarloosbaar te noemen. Om deze reden worden deze soorten niet verder meegenomen in de effectenbeoordeling.

5.2.4 Vissen

De visbiodiversiteit in de Noordzee is groot. Onder de Wnb geldt de zorgplicht voor alle vissen in het plangebied. Om een afgebakende situatieschets te kunnen geven is in deze paragraaf alleen aandacht besteed aan beschermde vissoorten, ter illustratie van de effecten op alle vissen. Vanuit de Wnb-soortenbescherming zijn de houting en de steur beschermde soorten. Onder de Wnb-gebiedsbescherming zijn zeeprik, rivierprik, elft en fint beschermd.

Vanuit de Europese habitatrichtlijn zijn de houting en de steur beschermde soorten. Andere beschermde soorten onder de Wnb zijn beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal. Tijdens jaarlijkse monitoring op verschillende plekken in het Noordzeekanaal in 2014 tot 2018 zijn deze soorten niet gevangen (Goverse, 2018; Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal, 2017a, 2017b). Naar aanleiding van de verspreidingskaarten RAVON en de kenmerken van het leefgebied worden de beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal ook niet verwacht in het studiegebied.

5.2.4.1 Europese steur

De Europese steur (*Acipenser sturio*) is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren en op open zee leeft. De Europese steur wordt met uitsterven bedreigd en behoort tot de Nederlandse rode lijst. Voor de voortplanting trekken de volwassen dieren in het voorjaar de rivieren op waarbij vele honderden kilometers kunnen worden afgelegd. Uit historische gegevens blijkt dat de paaitrek altijd plaatsvond tussen half mei en eind juli, met een hoogtepunt eind juli. De paai gebeurt in diepe snelstromende delen op een bodem bestaande uit grof grind en stenen. Jonge steuren zakken na ongeveer twee jaar de rivier af om op te groeien in het estuarium van de desbetreffende rivier, waarna ze uitzwerven over de kustwateren (RAVON, 2021a). Onvolwassen vissen trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden maar paaien niet.

Oorspronkelijk kwam de Europese steur voor in de meeste Europese kustwateren, met uitzondering van de Baltische Zee en Oostzee en de hierop uitmondende grote rivieren. In Nederland leefde de soort vroeger langs de Noordzeekust, in de Waddenzee, de Zuiderzee en in de grotere rivieren (Rijn, Maas, IJssel, Eems, Schelde) en hun estuaria. Tegenwoordig is voor zover bekend het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk de enige rivier waar de Europese steur zich nog voortplant.

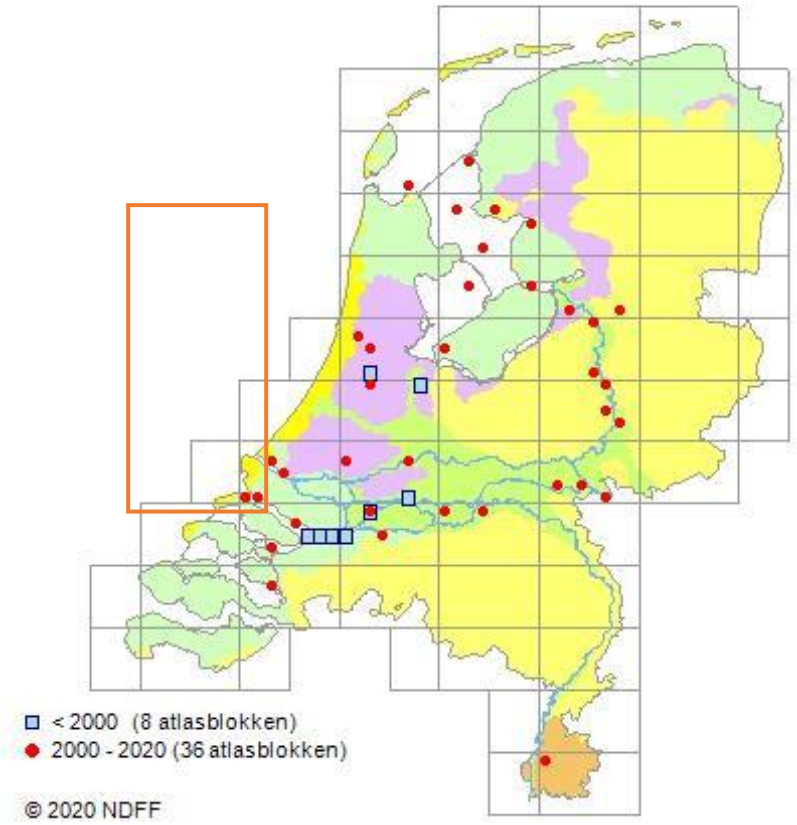
Met een zekere regelmaat worden in Nederland steuren gevangen door (beroeps)vissers. Echter betreft dit in de meeste gevallen exotische steursoorten afkomstig van tuincentra. Deze exotische soorten bemoeilijken de herintroductie van de inheemse Europese steur waar momenteel aan gewerkt wordt. Als onderdeel van dit herintroductieprogramma van de Europese steur zijn er in 2012 een vijftigtal steuren afkomstig uit een kweekprogramma met dieren uit de Gironde delta in Frankrijk in de Waal en Nieuwe Maas uitgezet. In 2015 zijn nogmaals enkele tientallen steuren uitgezet in de Rijn. Om de herintroductie van de steur te monitoren is een website gelanceerd waar waarnemingen van de Europese steur bijgehouden worden (https://steuren.ark.eu), zie Figuur 72. In dit figuur is te zien dat ook bij de monding van het Haringvliet Europese steur is waargenomen.



Figuur 72 Recente waarnemingen (laatste 10 jaar) van de Europese steur, van: steuren.ark.eu (06-11-2019)

5.2.4.2 Houting

De houting (*Coregonus oxyrinchu*) behoort tot de familie van de zalmen en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Rond november trekt de houting de rivieren op om zich voort te planten. Volwassen vissen trekken in scholen in het najaar de rivieren op en paaien in de herfst en wintermaanden niet al te ver landinwaarts. De jonge houtingen laten zich in de loop van de zomer afzakken richting riviermondingen en de kustzone (RAVON, 2021b). De houting is afhankelijk van het estuariene karakter van het Nederlandse Deltagebied en de daarbij behorende geleidelijk zoet-zoutovergangen. De kust- en deltawateren, waaronder de Schelde en de Haringvlietmonding nabij het plangebied hebben in het verleden een belangrijke rol gespeeld voor de houting en zullen dit voor de toekomst ook doen. Houting wordt als ‘gevoelig’ beschouwd door de Nederlandse rode lijst (RAVON, 2021b). Er zijn succesvolle herpopulatieprogramma’s gestart, waardoor er weer een kleine populatie houting in Nederland is gevestigd. De verspreiding is weergegeven in Figuur 73. Uit de meeste recente visatlas van Zeeland (Calle et al., 2020) blijkt dat houting inmiddels voorkomt in het IJsselmeer, de Waddenzee en ook de Voordelta. Onderzoekers van RAVON zagen tijdens de metingen in 2018 ten behoeve van het Kierbesluit jonge exemplaren van deze soort de rivier afzakken van de Biesbosch naar de Voordelta.



Figuur 73 Verspreiding houting 2000-2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (RAVON, 2021b). *Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2024, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020*

5.2.5 Zandkokerworm (nog niet beschermd)

Op het NCP, rondom de Bruine Bank, bevinden zich zandkokerwormriffen. Zandkokerwormen zijn nog niet aangewezen als beschermde soort, maar kunnen dat in de toekomst mogelijk wel worden (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020), en worden daarom in deze soortenbeschermingstoets meegenomen.

De gestekelde zandkokerworm, *Sabellaria spinulosa*, is onder aandacht gekomen door een onderzoek in 2019 van OCEANA over de aanwezigheid van de zandkokerwormriffen op de Bruine Bank (García et al., 2019). In het noordoosten van de Bruine Bank zijn riffen aangetroffen van 1600m^2. Voorheen werd er gedacht dat riffen van deze soort niet meer op de Noordzee voorkwamen (Stichting de Noorzee, 2018). Bij het opstellen van de wetgeving rondom Natura 2000 gebieden en Kaderrichtlijn Mariene strategie zijn de riffen dan ook niet aangewezen als beschermd. Recent zijn in het Noordzeeakkoord (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020) afspraken gemaakt over mogelijke aanvullende natuurgebieden op de Noordzee. In het akkoord is opgenomen dat er vanaf 2020 een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek wordt uitgevoerd naar de aanwezigheid en de verspreiding van de zandkokerwormenriffen. Als dat onderzoek tot toepasbare conclusies leidt kunnen relevante locaties beschermd worden via de beschermingsmaatregelen van habitatrichtlijn of Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Om deze reden worden de zandkokerwormriffen dan ook uit voorzorg meegenomen in dit rapport.

De gestekelde zandkokerworm (*Sabellaria spinulosa*) is een rifvormende zandkokerworm. De wormen omringen zich met een koker van zandkorrels, steentjes en schelpenstukjes. Dit is ook de reden dat de zandkokerworm vooral in zanderige gebieden voorkomt. Daarnaast heeft het een sterke influx van water nodig om voedsel uit te kunnen vangen. Om deze redenen zijn zandkokerwormen veelal te vinden in de diepere geulen van de Noordzee, waar de stroming sterk is en er veel zand aanwezig is voor het bouwen van riffen. Deze riffen zijn gevoelig voor habitataantasting en sedimentatie (Arcadis, 2020). De gestekelde zandkokerworm wordt voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied. De wormen hebben wel zelf hard substraat nodig om hun kokers aan te hechten, maar vormen op zichzelf ook hardsubstraat dat als geschikt habitat voor allerlei verschillende soorten kan dienen. Binnen de riffen zijn verhoogde aantallen mosselen, krabben, garnalen en andere wormen gevonden. Bovendien lijken ze ook uiterst geschikte kraamkamers te vormen voor platvissen, wat vervolgens kan doorwerken op de rest van de voedselketen.

5.3 Beschermde soorten op land

5.3.1 Voorselectie soorten en bijbehorend habitat

Het VKA-tracé op land, waarvan de huidige optimale route is bepaald op basis van tal van afgewogen criteria in MER fase 1, ligt voornamelijk op braakliggend terrein met vegetaties van pioniersomstandigheden. Dergelijke pioniersvegetaties met open zand zijn geschikt voor verschillende beschermde flora en fauna. Zo zijn hier glad biggenkruid, rugstreeppad, zandhagedis en diverse algemene tot schaarse broedvogels bekend (Website NDFF, 2020).

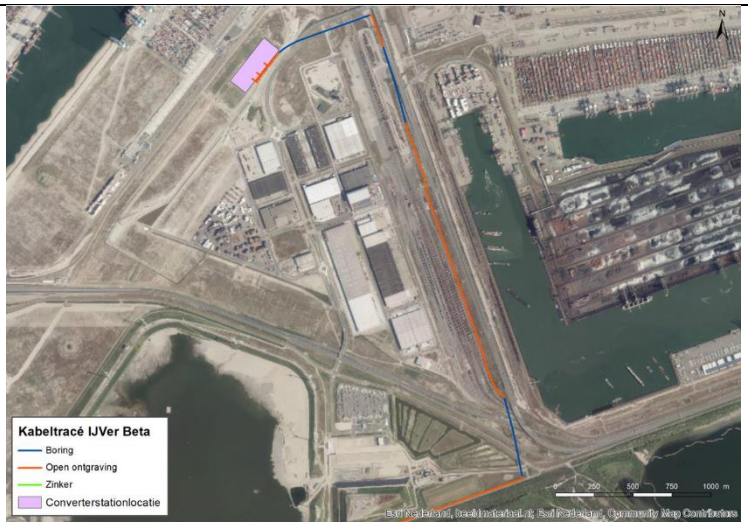
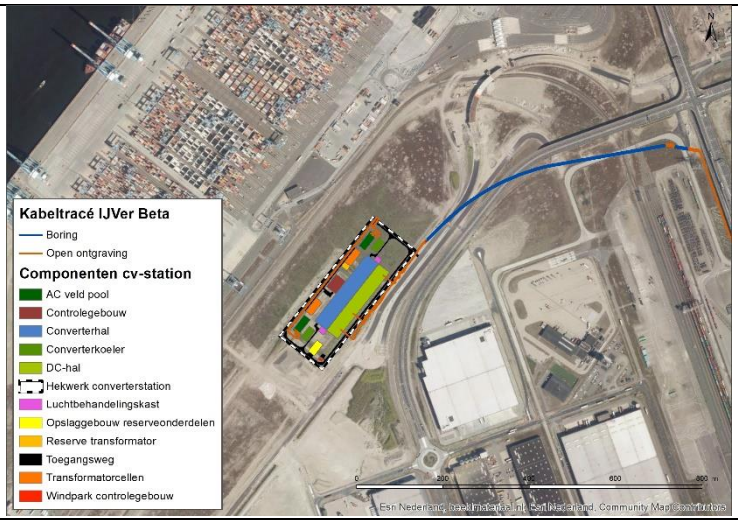
Op basis van aanwezige biotopen en verspreidingsgegevens, zijn in Tabel 9 per soortgroep de soorten opgenomen die rond het VKA-tracé voorkomen. Per soort(groep) is aangegeven waar de soorten waargenomen zijn en of dit gebied betreft nabij het kabeltracé. Algemene soorten grondgebonden zoogdieren en amfibieën kunnen incidenteel voorkomen in het plangebied. Deze zijn vrijgesteld van een ontheffing bij ruimtelijke ontwikkeling en daarom niet meegenomen in de inventarisatie en effectbeschrijving. De Zorgplicht is voor alle soorten van toepassing, hierop wordt ingegaan in hoofdstuk 7.

Tabel 9 Beschermde soorten uit de omgeving van het VKA-tracé

Soorten	Biotoop of gebied	Nabij kabeltracé aangetroffen	Nader beoordelen
Vogels			
Diverse soorten, waaronder Rode lijst-soorten	Duinen, struweel en ruderale gebieden op bedrijventerreinen	Meeuwenkolonies	Ja
Soorten met jaarrond beschermde nestlocaties (m.n. roofvogels en uilen)	Bosgebied en struweel, singels, erven met opgaande beplanting	Nee	Nee
Zoogdieren			
Noordse woelmuis	Alle (duin)graslanden en waterrijke gebieden	Waarnemingen bekend uit Voornes Duin en Westplaat	Ja
Baardvleermuis, franjestaart, gewone grootoorvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes	Nee	Nee
Gewone dwergvleermuis, laatvlieger	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes, ook in stedelijk gebied	Nee	Nee
Reptielen			
Zandhagedis	Duingebieden of ander open zand	Bekend nabij Slufter	Ja
Amfibieën			
Rugstreeppad	Duinen, polders en industrieterrein	Aangetroffen nabij Slufter	Ja
Insecten			
Bruin blauwtje, oranje zandoogje, heivlinder, grote parelmoervlinder, grote vos, kleine parelmoervlinder (geen beschermde soorten)	Vrijwel beperkt tot de natuurterreinen in de duinen. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	Geen leefgebied bekend nabij de tracés of betreft zwervende exemplaren	Nee
Flora			
Glad biggenkruid	Akkers, open gronden langs spoorwegen en industrieterreinen	Aangetroffen bij het VKA-tracé en converterstation Maasvlakte midden	Ja
Diverse Rode lijst-soorten	Natuurterreinen, duinvalleien en zandplaten.	Aangetroffen ten zuiden van de Noorzeeboulevard nabij het VKA-tracé	Nee

5.3.2 Relevante gebieden binnen het plangebied

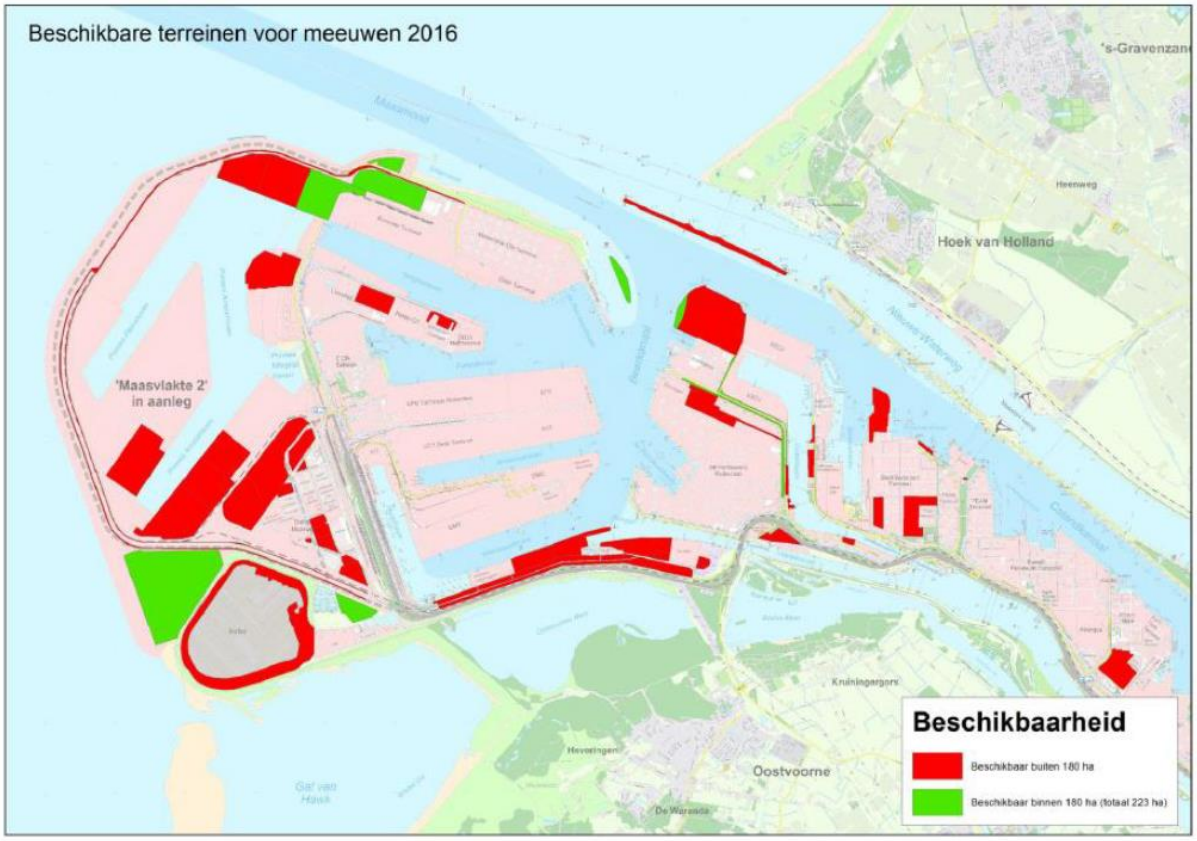
Tabel 10 Overzicht werklocaties. Huidige route van tracé is voortgekomen uit de meest optimale opties op basis van tal van afgewogen criteria in MER fase 1

Locatie	Resultaat
	*Zuidkant van het VKA-tracé (rode lijn)* Braakliggend terrein met laag struweel en vegetaties van pioniersomstandigheden. Het tracé loopt grotendeels door de berm (open duin en pioniervegetatie) naast het fietspad en de Noordzeeboulevard. Langs het fietspad ligt ook duinbos, dat wordt echter niet geraakt. Relevante beschermde soorten: Glad biggenkruid Zandhagedis Noordse woelmuis Zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw Rode lijst soorten (flora) Rugstreeppad
	*Oostkant van het VKA-tracé (rode lijn)* Berm van de N15 met lage kruidenvegetatie Relevante beschermde soorten: Over het hele terrein is een grote kolonie van zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw aanwezig. Glad biggenkruid is verspreid aanwezig met lokale groeiplekken op mossige terreindelen en langs de onderhoudsweg vrij geconcentreerd met meer dan 80 exemplaren.
	*Converterstation locatie en wisselstroomkabels* Het converterstationterrein bestaat uit droog grasland, met open zand met typische lage pioniersvegetatie. Relevante beschermde waarden aanwezig Glad biggenkruid is verspreid aanwezig nabij de bouwlocatie Broedgebied voor verschillende soorten algemene tot schaarse broedvogels (met name meeuwen)

5.3.3 Verwachte aanwezige soorten

5.3.3.1 Broedvogels

Het onbebouwde havengebied van de Tweede Maasvlakte bestaat hoofdzakelijk uit zandvlakten of ruderaal terrein met een vegetatie van pionierssoorten. Hierdoor zijn deze terreinen zeer geschikt als broedterrein voor diverse vogelsoorten waaronder meeuwen. De bodem en vegetatiestructuur komen overeen met het natuurlijk broedhabitat van deze soorten: kwelders, open duinen en groene stranden. In het havengebied van Rotterdam broeden met name: stormmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw (Lensink, 2015). Ook andere soorten meeuwen en sterns kunnen in een vergelijkbaar habitat broeden, zo broeden jaarlijks een aantal exemplaren van de kokmeeuw en de visdief in het havengebied.



Figuur 74 Beschikbare broedterreinen voor meeuwen op de Maasvlakte. Het havenbedrijf heeft de groene gebieden aangewezen als broedgebied voor meeuwen. De rode gebieden zijn ook geschikt voor broedende meeuwen, maar zijn niet aangewezen als broedgebied door het havenbedrijf. Figuur uit Van Kan, 2016

In het havengebied is in het faunabeheerplan meeuwen van het havenbedrijf Rotterdam ruimte gereserveerd voor verschillende meeuwensoorten om te kunnen broeden, om zo te zorgen dat de gunstige staat van instandhouding van deze soorten niet in geding komt (Lensink, 2015). Deze terreinen zijn in het groen weergeven in Figuur 74, uit (van Kan, 2016). Omdat een steeds groter deel van de Europoort, Maasvlakte I, en Maasvlakte II in gebruik is door bedrijven en daarmee de oppervlakte die door meeuwen benut kan worden als broedplaats afneemt, is beleid voor het broeden van meeuwen in het havengebied ontwikkeld (Heinis & Baptist, 2012). Dit gaat ervan uit dat ongeveer 170 hectare geschikt broedgebied benodigd is om een aantal van 25.000 tot 30.000 paar kleine mantelmeeuwen te kunnen herbergen (Jaspers et al., 2009). In totaal streeft het havenbedrijf naar een beschikbare ingerichte kolonieruimte van 180 hectare. De groene delen die in Figuur 74

zichtbaar zijn betreffen samen een areaal van 223 hectare. Op dit moment is nog sprake van een bepaalde mate van overcapaciteit ten opzichte van het doel. De rode gebieden betreffen gebieden die niet zijn aangewezen en ingericht als broedgebied, maar wel geschikt zijn voor broedende meeuwen.

Het VKA-tracé ligt na de aanlanding ten zuiden van de dijk bij het speciedepot de Slufter (Figuur 41). In Figuur 74 is te zien dat de Slufter aangewezen is als broedgebied voor meeuwen, echter loopt het VKA-tracé aan de andere kant van de dijk waarmee het buiten dit broedgebied ligt. Tijdens de veldinventarisatie over het gehele oostelijke gedeelte het VKA-tracé is een vrij groot aantal broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuw aangetroffen. De soorten zaten vooral in het noordoostelijke deel van het VKA-tracé, ruwweg de zuidelijke 1.000 meter. De hoogste concentratie (inschatting 100 tot 150 nesten) bevond zich in de omgeving van de Rail Terminal West 2 (Figuur 75). Het VKA-tracé loopt ten oosten van de waargenomen hoge concentratie broedende meeuwen en doorkruist dit gebied niet.



Figuur 75 Grote concentraties broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen zijn aangetroffen op het oostelijke gedeelte van VKA-tracé tijdens het veldbezoek in 2019 (Bijlage B). De hoogste concentraties (100-150 nesten) zijn weer gegeven in het rood.

Het VKA-tracé doorkruist ter hoogte van de Rail Terminal West 2 het gebied waar in 2020 hoge aantallen broedende meeuwen werden waargenomen. De hoogste concentraties (100 - 150 broedparen) werden net ten westen van het tracé waargenomen (Figuur 76) maar over een groot deel van de terminal waren nesten aanwezig. Dit gebied is niet gereserveerd voor broedende meeuwen en is ook niet aangegeven als geschikt broedgebied, toch komen er meeuwen tot broeden.



Figuur 76 Grote concentraties broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen zijn aangetroffen op het oostelijke gedeelte van VKA-tracé tijdens het veldbezoek in 2020 (Bijlage B). De hoogste concentraties (100-150 nesten) zijn weer gegeven in het roze.

Zilvermeeuw

Zilvermeeuw (*Larus argentatus*) is een kolonievogel en komt het gehele jaar voor in Nederland. Het landelijke aantal broedparen wordt geschat op 40.000 tot 44.000 (Boele et al., 2015; Fijn et al., 2019). De soort broedt in kolonies in duingebieden, vooral op de Waddeneilanden en in het Deltagebied. Het broedseizoen begint eind april. Het broeden duurt ongeveer een maand waarna de jongen nog zeker vijf tot zeven weken op het nest blijven (Vogebescherming, 2020).

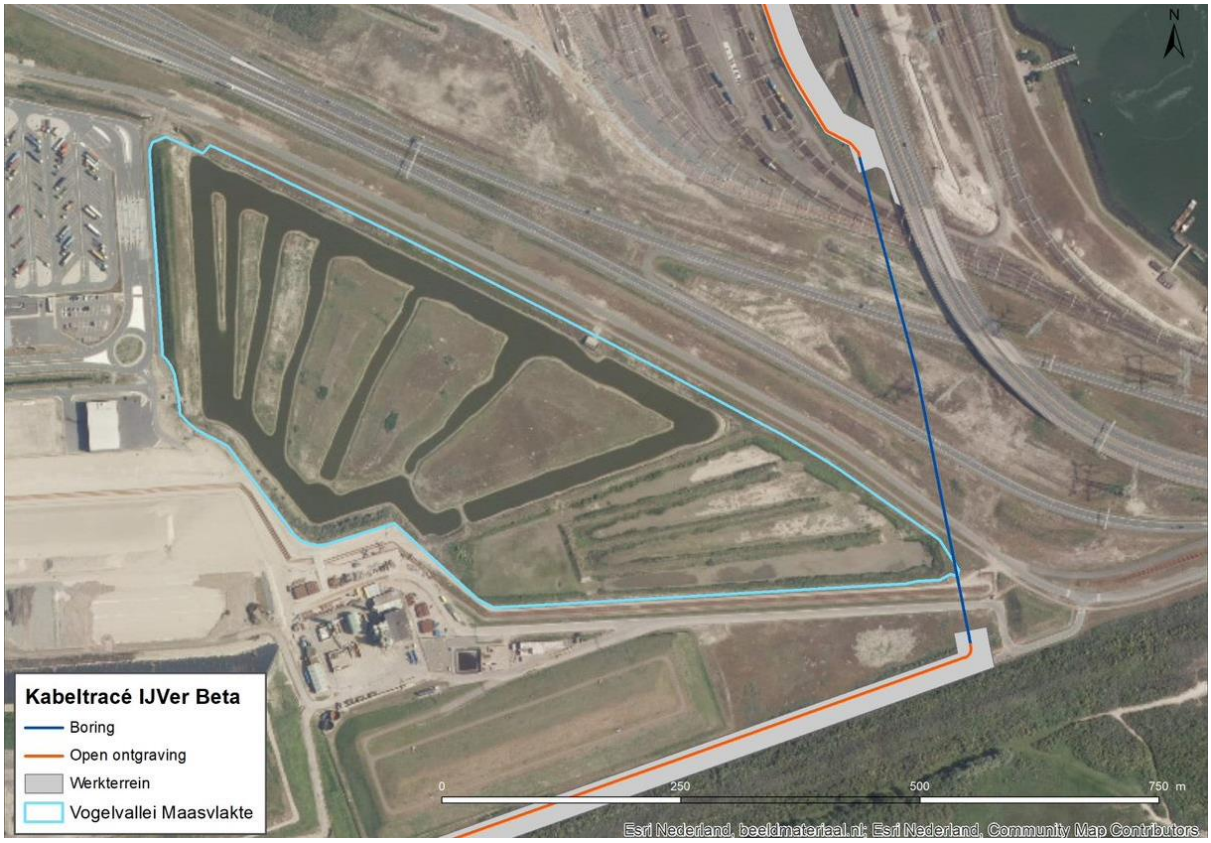
Kleine mantelmeeuw

Kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) komt in Nederland vooral voor als broedvogel. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 95.000-110.000 (Boele et al., 2015; Fijn et al., 2019). Hiervan bevinden zich de grootste kolonies in het Deltagebied en op de Waddeneilanden. De soort broedt voornamelijk in kustduinen en op schorren en kwelders (Ministerie van LNV, 2008c). In het najaar trekken de vogels naar het zuiden voor de winter en in februari/maart keren de volwassen vogels weer terug. De jongen blijven in het overwinteringsgebied tot ze geslachtsrijp zijn (Fijn et al., 2018). De broedperiode begint eind april, twee maanden later kunnen de jongen vliegen. De kolonie op de Maasvlakte wordt geschat op 30.000 paren, mogelijk de grootste van Europa (Vogelbescherming, 2020).

Overige relevant vogelbroedgebied

Naast de meeuwenkolonies zijn ook enkele andere geschikte broedlocaties in de omgeving van het tracé aanwezig. Dit betreffen de Vogelvallei en speciedepot de Slufter.

De Vogelvallei is in verband met de aanleg van de Maasvlakte Plaza tijdens de winter van 2015/2016 heringericht en uitgebreid, Figuur 77. Het gebied heeft een oppervlakte van 21 hectare en bestaat uit zes eilanden van verschillende grootte en grondsoort. De eilanden zijn omgeven door een vrij diepe zoetwaterpartij. De vegetatie bestaat uit snelgroeiende ruigtekruiden (o.a. witte honingklaver, akkerdistel, grassen). Sinds 2019 is op enkele eilanden ook opslag van houtige gewassen zoals wilg en duindoorn. De enige begrazing is die door konijnen en diverse ganzensoorten. In het gebied zijn in 2019 broedparen waargenomen van lepelaar (26 paar), kluut (1 paar), kokmeeuw (354 paar), zwartkopmeeuw (3 paar), kleine mantelmeeuw (223 paar), zilvermeeuw (22 paar) en visdief (66 paar) (S.J. Lilipay et al., 2020).



Figuur 77 Vogelvallei heringericht en uitgebreid met een oppervlakte van 21 hectare bestaande uit een zestal eilanden.

Het grootschalige baggerdepot is in 1985 aangelegd ten behoeve van de berging van verontreinigd slib uit het Rotterdamse havengebied. Het depot heeft een bergingscapaciteit van 150 miljoen m^3 specie en een oppervlakte van circa 300 hectare en is omgeven door een ringdijk met een hoogte van NAP +24 m. Doordat het depot langzaam gevuld raakt met baggerspecie vallen inmiddels aan de randen enkele slikplaten en eilandjes permanent droog. Deze drooggevallen gronden worden door kluten, kokmeeuwen en visdieven als broedgebied gebruikt. In 2008 werd een drijvend eiland “de Visdief” aangelegd en in het noordwestelijke deel van de Slufter voor anker gelegd. In 2019 zijn in het gebied broedparen waargenomen van kluut (202 paar), bontbekplevier (1 paar), kokmeeuw (13 paar), stormmeeuw (1 paar) en visdief (577 paar) (S.J. Lilipay et al., 2020).

5.3.3.2 Vleermuizen

In de afgelopen tien jaar zijn in het projectgebied vijftien waarnemingen gedaan van vleermuizen (Website NDFF, 2020). Het projectgebied biedt geen geschikte vaste rust- of verblijfplaatsen in de vorm van bomen of geschikte gebouwen en beschikt ook niet over bekende vliegroutes voor vleermuizen. Daarnaast is het gebied geen essentieel foerageergebied voor vleermuizen, omdat in de omgeving ruim voldoende alternatief leefgebied en betere alternatieven aanwezig zijn en verbinding tussen de duinen aanwezig zijn. Tijdens de aanleg van de kabel op land zijn aspecten omtrent verlichting ondervangen in het verlichtingsplan. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting (op onder meer vleermuizen) zo veel mogelijk te beperken. Er wordt geen negatief effect verwacht op vleermuizen.

5.3.3.3 Noordse woelmuis

De noordse woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*) is een grote woelmuis met in het algemeen een donkerbruine rugvacht en een lichte buikvacht (BIJ12, 2017). De noordse woelmuis is endemisch voor Nederland en is erg gevoelig voor concurrentie met onder andere de aardmuis en veldmuis. De soort leeft voornamelijk onder de grond in een gangenstelsel met nest- en voorraadkamers. Hij komt voor in regio's waar voldoende voedsel aanwezig is en een variatie aan vegetatie, zoals diverse kruiden, zeggen en overgangszones tussen land en water met riet (BIJ12, 2017). Hij wordt ook wel een moerasbewoner genoemd (Ministerie van LNV, 2016).

De kwetsbare perioden van de noordse woelmuis zijn de voortplantingsperiode en de winterrustperiode. De kwetsbare periode van de voortplanting loopt van april tot en met september. De kwetsbare periode van de winterrust loopt van november tot en met februari (Bij12, 2017). Uit 2019 is een waarneming bekend van noordse woelmuis ten zuiden van de Noordzeeboulevard in de Slikken van Voorne nabij het VKA-tracé (Bekker, 2020; NDFF, 2021). De vindplaats betreft de buitendijkse delen van de kwelders die onder invloed staan van getijdewerking. De bermen van de meer inlands gelegen Noordzeeboulevard en het VKA-tracé zijn geen geschikt biotoop van noordse woelmuis. Aangezien ook andere woelmuisachtigen zijn waargenomen (veldmuis), die de noordse woelmuis vaak wegconcurreren en geen geschikt habitat rond het tracé aanwezig is voor deze soort, zal deze soort geen leefgebied hebben rondom de werkzaamheden.

5.3.3.4 Zandhagedis

Zandhagedis is een vrij robuust gebouwde hagedis die tot 21 centimeter groot kan worden. Hij eet voornamelijk geleedpotigen (zoals insecten). De soort is in Nederland sterk gebonden aan duin- en heidegebieden. In kalkrijke duinen komt de soort voornamelijk voor in open duin struweel. In de kalkarme duinen bevindt hij zich vooral in droge struikheideterreinen. Zandhagedis prefereert een habitat waarbij de bodem bestaat uit open zand en een mozaïek van rijk gestructureerde duinvegetatie. De kwetsbare perioden van de zandhagedis zijn de voortplantingsperiode en de winterrustperiode. De kwetsbare periode van de voortplanting loopt van april tot en met augustus. De kwetsbare periode van de winterrust loopt van half september tot en met maart (Bij12, 2017).

Nabij het VKA-tracé zijn in de laatste vijf jaar meerdere individuen van zandhagedissen waargenomen (NDFF, 2021). Deze waarnemingen bevonden zich allen in het zuiden van het tracé, langs de Noordzeeboulevard. Hier biedt het struweel en de ruigte aan de zuidkant van de Noordzeeboulevard geschikte dekking als habitat voor de soort (BIJ12, 2017). Op basis hiervan wordt gesteld dat het plangebied rond deze locatie geschikt leefgebied is voor zandhagedis. Ook aan de noordkant van de Noordzeeboulevard gaat het VKA-tracé door delen duinvegetatie, dat geschikt leefgebied vormt.

5.3.3.5 Rugstreeppad

Rugstreeppad is een bekende soort uit het duingebied en van de Maasvlakte. Het is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatsen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatieloos en zonder concurrentie van andere amfibieën, waterinsecten of vis. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreeppad niet voor, met mogelijke uitzondering ondiepe oeverzones. Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. De soort is alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems waarin rugstreeppad zich ingraaft. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals opgeslagen tegels, pallets en tractorbanden of in muizenholletjes. Het winterrustgebied moet boven grondwaterniveau zijn en vorstvrij.

De Slufter op de Tweede Maasvlakte vormt ideaal leefgebied voor rugstreeppadden. Langs de noordwestzijde van de Slufter zijn waarnemingen van de rugstreeppad gedaan. De inschatting is dat het totaal gaat om enkele tientallen individuen.

5.3.3.6 Glad biggenkruid

Glad biggenkruid is een lage (10-30 cm), eenjarige, zomerbloeiende akkerplant. De bloeiende plant heeft lichtgele bloemen. Glad biggenkruid bloeit van juli tot oktober. Zaden kiemen in zowel het voorjaar als het najaar (Bakker et al., 2000). De plant komt in Nederland vooral voor op akkers, maar komt ook voor in kalkarme, open duingraslanden, zoals de tweede Maasvlakte en ook ter plaatse van het VKA-tracé en het converterstation (zie Figuur 78).

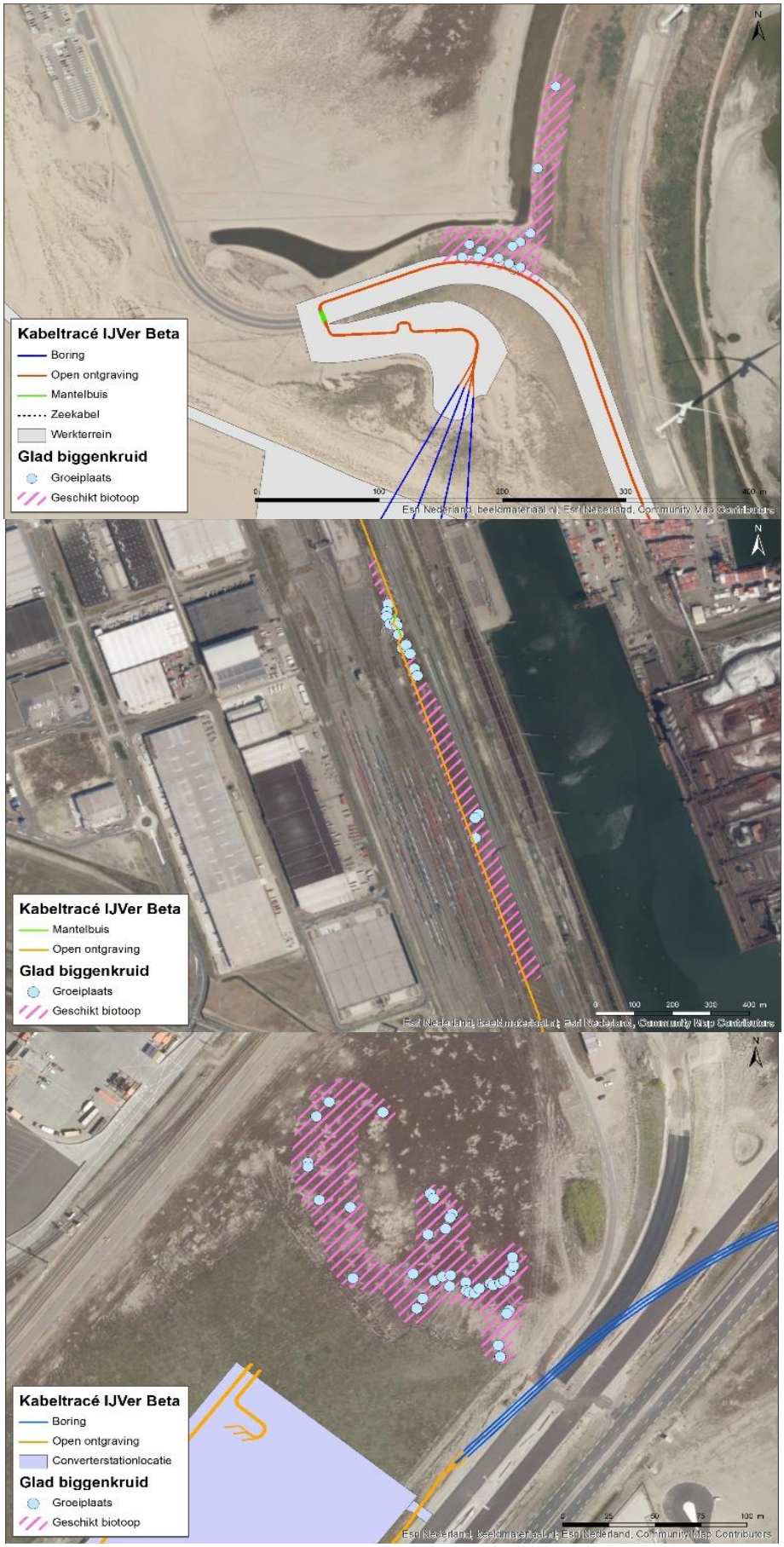
5.4 Conclusie aanwezigheid beschermde soorten

5.4.1 Op zee

Voor alle eerder beschreven beschermde soorten op zee kunnen negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden niet op voorhand worden uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in hoofdstuk 6.

5.4.2 Op land

Voor de aangetroffen beschermde soorten op land kunnen negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden voor broedvogels in het algemeen, zandhagedis, rugstreeppad, glad biggenkruid niet op voorhand worden uitgesloten. Negatieve effecten op overige soorten die onderdeel uitmaken van de Rode-lijst zijn niet op voorhand uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in hoofdstuk 6.



Figuur 78 Groeiplaatsen en geschikt biotoop van glad biggenkruid in of nabij de werkzaamheden.

6 Effectbepaling

In dit hoofdstuk worden de effecten beschreven op de beschermde soorten die zijn beschreven in paragraaf 5.2 en 5.2.5. De effecten worden beschreven aan de hand van de mogelijke effecten die staan in hoofdstuk 4. Tenzij anders aangegeven, worden effecten beschreven voor zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie.

6.1 Vogels

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vogels verder toegelicht. Vogels kunnen gevolgen ondervinden van vertroebeling, sedimentatie en bovenwaterverstoring. Hiervoor wordt onderscheid gemaakt tussen twee gebieden: op zee (zowel binnen als buiten de kustzone) en op land. Voor de vogels op zee worden effecten beschreven van vertroebeling, sedimentatie, bovenwaterverstoring en verstoring door licht. Voor vogels op land worden effecten door verstoring op land beschreven.

6.1.1 Vertroebeling

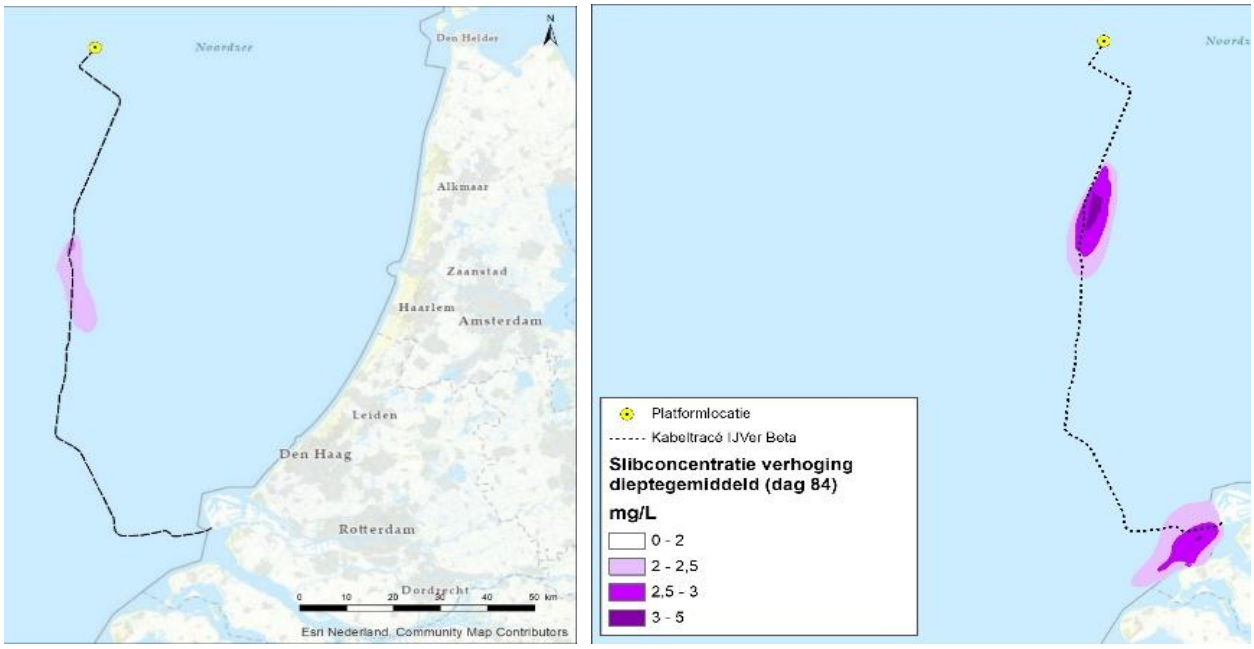
Vertroebeling heeft alleen effect op vogels die op zicht jagen zoals sternsoorten, futen, zaagbekken, zeekoeten en aalscholvers. Indirecte effecten, zoals die van vertroebeling op schelpdieren die door vogels opgegeten worden, zijn verwaarloosbaar. Deze zijn daarom niet beschreven. De modelstudie van vertroebeling is beschreven in Bijlage A Samenvatting slibstudie.

6.1.1.1 Effecten op zichtjagende vogels buiten de kustzone

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het VKA-tracé bevinden kunnen een effect van een verhoging van het slib in het bovenste deel van de waterkolom ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Voor soorten als dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk is de Bruine Bank belangrijk foerageergebied (zie paragraaf 5.2.1). Deze vogels foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er kan hier onderscheid gemaakt worden tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (bijvoorbeeld zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom ook van belang is, de zogenoemde dieptegemiddelde vertroebeling. Een literatuurstudie naar doorzicht en zichtjagende vogels geeft geen duidelijk uitsluitsel over de relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele VKA-tracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit, zoals te zien in Bijlage A Samenvatting slibstudie. Binnen een periode van enkele dagen tot een week daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/l. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 84, circa 13.375 hectare is. Dit is 10,5% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank in het geval van de (2x2)-kabelconfiguratie, wat hier als worst-case wordt genomen. De maximale waarde, direct langs het VKA-tracé, is niet hoger dan 4,9 mg/l (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet komt de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging niet boven de 3,6 mg/l (daggemiddeld). De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor de duikende vogels geldt de maximale grootte van de slibwolk wordt op dag 84, circa 18.530 hectare is, zie Figuur 79. Dit is ongeveer 13,6% van de totaaloppervlakte van de Bruine Bank in het geval van de (2x2)-kabelconfiguratie, wat hier als worst-case wordt genomen. Binnen een periode van enkele dagen tot maximaal een week daalt ook deze slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/l.



Figuur 79 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 55 (1x4)-kabelconfiguratie (links) en dag 84 (2x2)-kabelconfiguratie (rechts), de dagen met de grootste toename van slib in de waterkolom rond de Bruine Bank.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/l is. De slibpluim beweegt mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor zichtjagende vogels. Zodoende is er geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

6.1.1.2 Effecten op broedende sternsoorten met beperkte actieradius binnen de kustzone

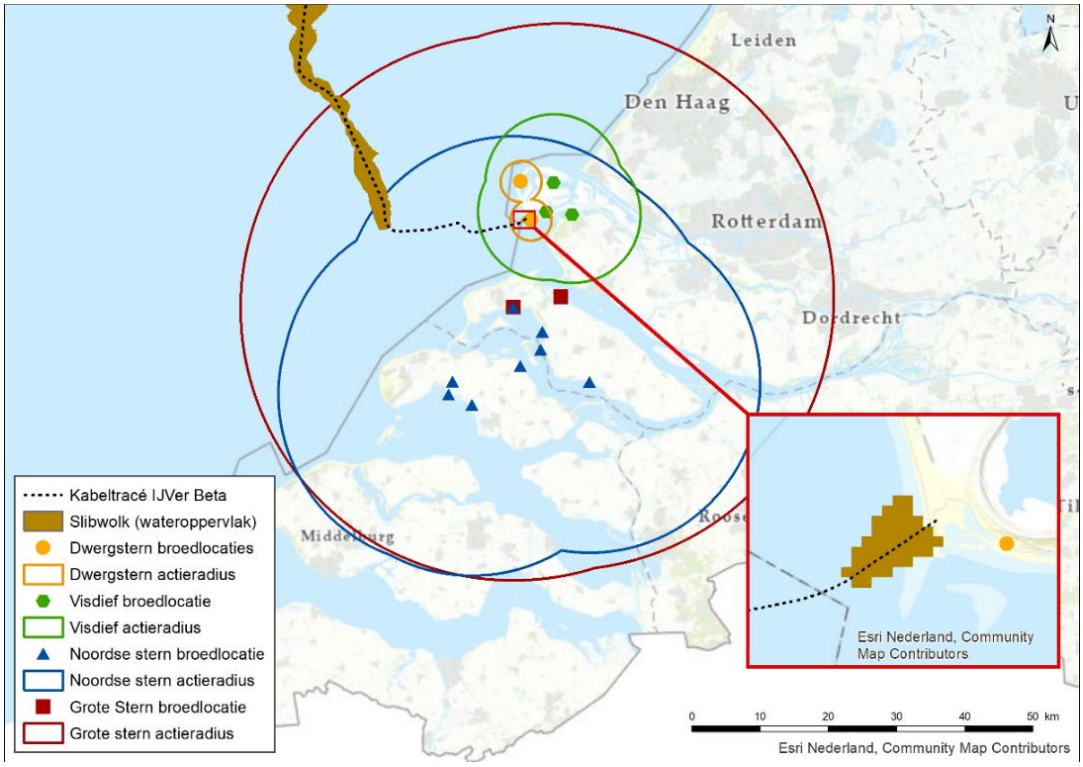
In het studiegebied foerageren diverse zichtjagende sternsoorten. Het gaat om broedkolonies van de dwergstern, Noordse stern, grote stern en visdief. Om het mogelijke effect te bepalen is het ingeschat hoelang en in welke intensiteit er vertroebeling optreedt op verschillende locaties in het studiegebied.

Zoals in paragraaf 5.2.1 is uiteengezet liggen de broedkolonies van de dwergstern op de tweede Maasvlakte. Ook de grote stern, Noordse stern, visdief en grote stern broeden dicht bij het plangebied. De actieradius waarin gefoerageerd wordt verschilt per sternsoort. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 11.
De grotere slibwolken aan het wateroppervlak (waar oppervlaktejagers zoals sterns gebruik van maken) vormen zich bij de (1x4)-kabelconfiguratie vanaf 20 km uit de kust, Figuur 80. Broedende sternsoorten met kleine actieradius (<20 km), zoals de visdief en dwergstern zullen geen effect ondervinden van de grotere slibwolken uit de kust. Alleen de grote stern en de noordse stern hebben een actieradius die overlapt met deze slibwolken. Bij de aanlanding van de kabel in de Tweede Maasvlakte vindt op een klein gebied vertroebeling van boven de 2 mg/l plaats, Figuur 81. Dit valt binnen de actieradius van de visdief en dwergstern. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie vormen er zowel grotere slibwolken aan het wateroppervlak dicht bij de kust van Goeree-Overflakkee als 20 km uit de kust, Figuur 82. Zoals in de figuren is te zien hebben alle sternsoorten voldoende uitwijkmogelijkheden en alternatief foerageergebied beschikbaar om geen verstoring te kunnen ondervinden van de tijdelijke slibwolken die door de werkzaamheden vormen.

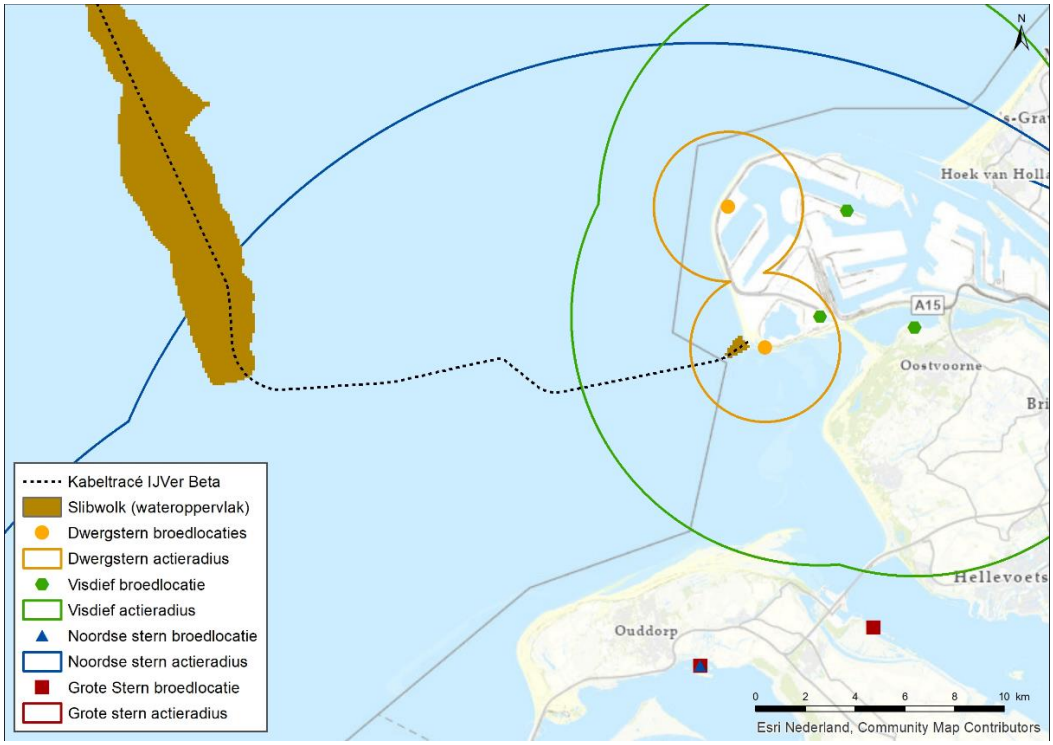
Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op het vangsucces van sternsoorten.

Tabel 11 Actieradius van aanwezige sternsoorten

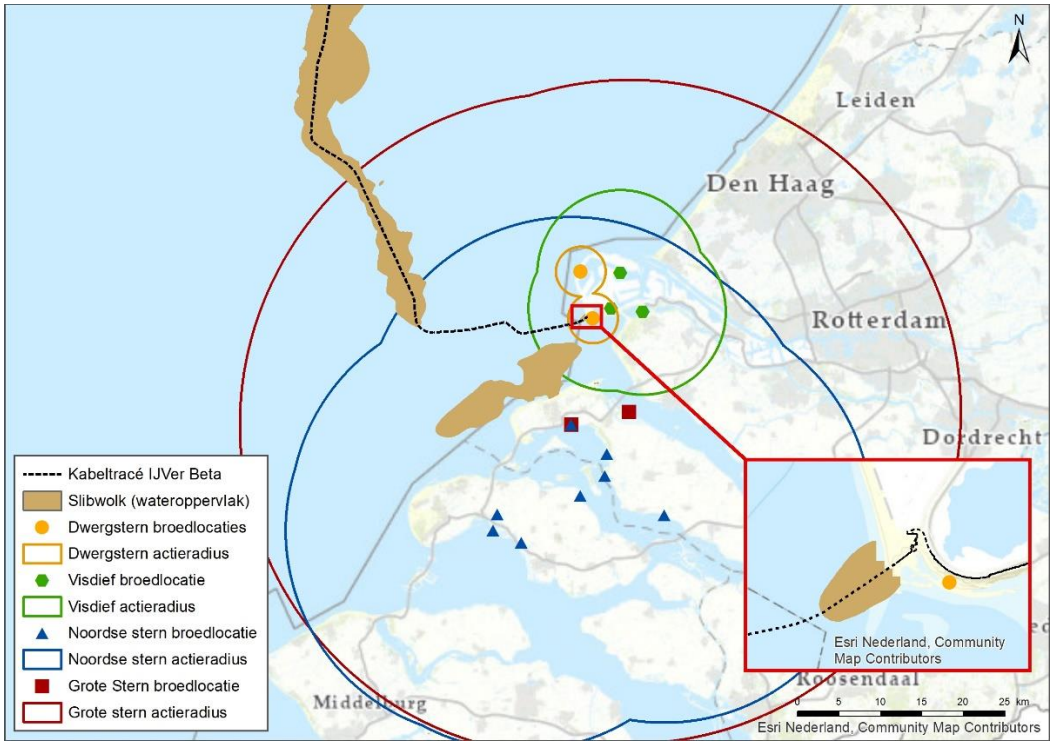
Soort	Actieradius	Referentie
Dwergstern	3 km	(Del Hoyo et al., 1996)
Visdief	10 km	(Becker & Ludwigs, 2004; Stienen & Brenninkmeijer, 1992)
Grote stern	40 km	(Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2015)
Noordse stern	25 km	(Boele et al., 2015 uit Fijn et al, 2016)



Figuur 80 De actieradius van de grote stern (40km), de noordse stern (25km), visdief (10km) en dwergstern (3km) vanuit bekende broedlocaties nabij het VKA-tracé. De maximale reikwijdte van de (1x4)-kabelconfiguratie slibwolk (> 2 mg/l) aan het wateroppervlak is weergegeven in het bruin. Broedlocaties afkomstig uit NDFF (2021) en Sovon (2019)



Figuur 81 De actieradius van de visdief (10 km) en dwergstern (3 km) vanuit bekende broedlocaties nabij het de Maasvlakte II. De maximale reikwijdte van de (1x4)-kabelconfiguratie slibwolk (> 2 mg/l) aan het wateroppervlak is weergegeven in het bruin. Broedlocaties afkomstig uit NDFF (2021) en Sovon (2019)



Figuur 82 De actieradius van de grote stern (40km), de noordse stern (25km), visdief (10km) en dwergstern (3km) vanuit bekende broedlocaties nabij het VKA-tracé. De maximale reikwijdte van de (2x2)-kabelconfiguratie slibwolk (> 2 mg/l) aan het wateroppervlak is weergegeven in het bruin. Broedlocaties afkomstig uit NDFF (2021) en Sovon (2019)

6.1.2 Sedimentatie

In Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie is de slibstudie weergegeven, waarop het sedimentatiemodel is gebaseerd. Het slib dat in de waterkolom terecht is gekomen wordt afgezet op de bodem. Bodemdieren kunnen beïnvloed worden door bedekking met sediment wat kan doorwerken op het voedselaanbod voor vogels. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde specie en type specie hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al., 1998). Baan et al. (Baan et al., 1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. De specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht.

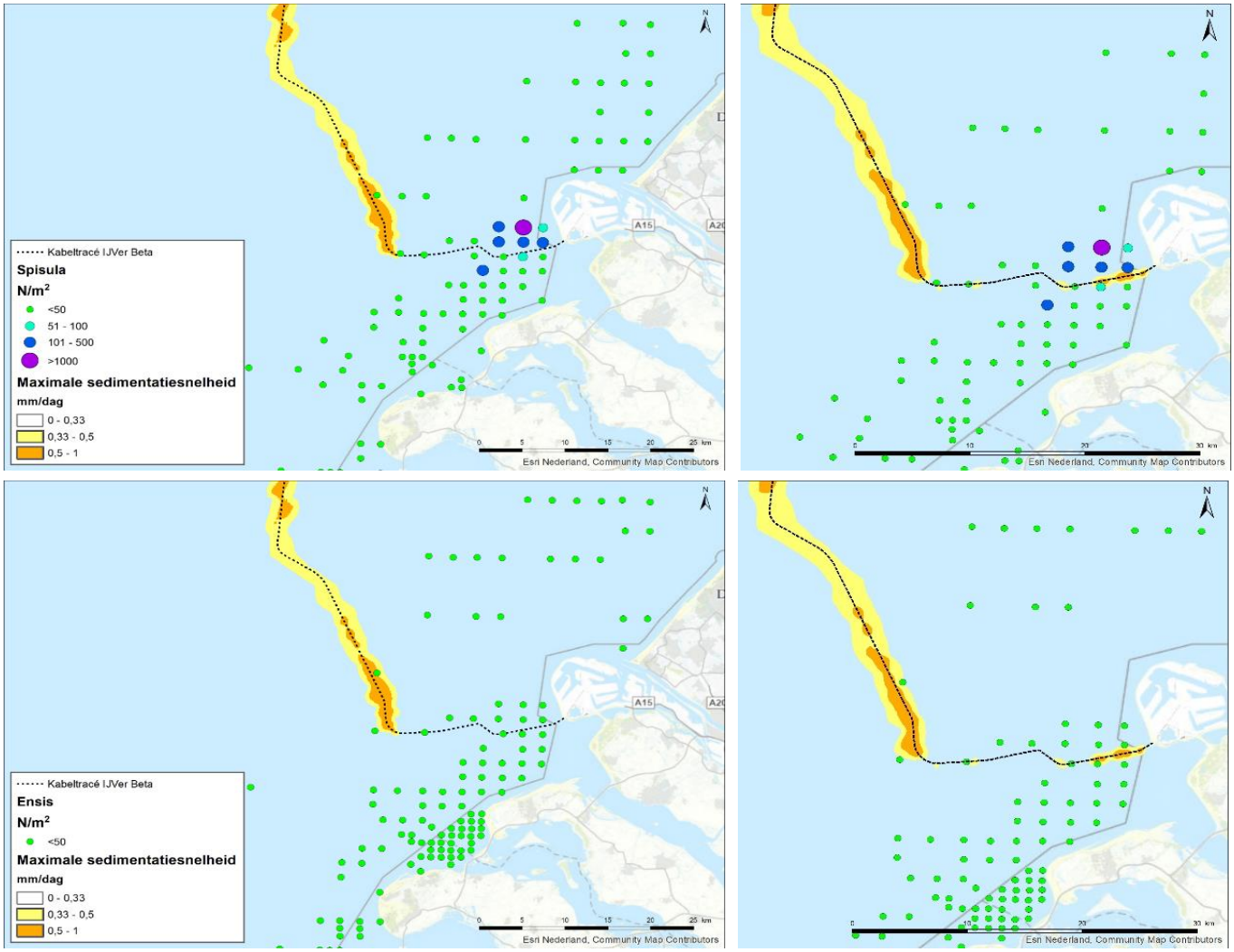
In 1988 is door Bijkerk (Bijkerk, 1988) de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppigen als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden aan sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort.

Sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag van het door het verspreiden opgewervelde slib vindt enkel plaats rondom de aan te leggen zeekabels. Dit betekent dat in het grootste deel van de

kustzone het grootste deel van het benthos de sedimentatie goed kan bijhouden en de bodemdierpopulatie niet wordt beïnvloed. Over het gehele VKA-tracé langs de kust worden geen schelpdierbanken door sediment bedolven. Er blijft voldoende voedsel voor vogels (zoals duikeenden) beschikbaar, zie Figuur 83.

Ten slotte zal het habitat binnen afzienbare tijd herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

Conclusie: Er is geen (indirect) negatief effect van sedimentatie op vogels.



Figuur 83 Sedimentatie ten opzichte van schelpenbanken, Spisula (boven) en Ensis (onder), langs het VKA-tracé voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

6.1.3 Bovenwaterverstoring

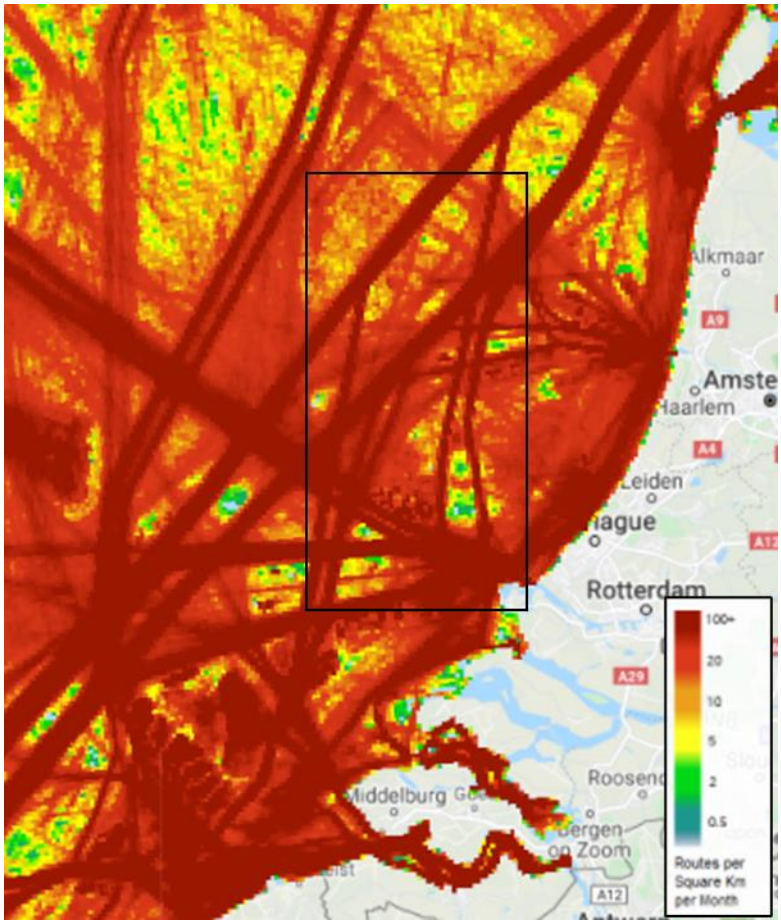
Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen (zie paragraaf 3.2.8 en 3.2.9). Zodoende zijn effecten op vogels gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring. Zoals vermeld in paragraaf 4.6, blijft in het geval van de (2x2)-kabelconfiguratie de verstoringscontour hetzelfde. Er zal alleen een tijdelijk intenser effect zijn binnen de verstoringscontour. Dit heeft geen effecten op de uiteindelijke conclusie.

Effecten op vogels kunnen vooral optreden door visuele verstoring van foeragerende (op open water en op droogvallende platen en slikken), rustende (op open water of op droogvallende platen), ruiende (op droogvallende platen of open water) of broedende vogels. De kans hiertoe is het grootst wanneer schepen tijdens werkzaamheden te dicht naderen. Zoals eerder vermeld in hoofdstuk 4.6.1 is de verstoringsafstand voor de meeste vogelsoorten op groot open water 500 meter. Dit biedt voldoende zekerheid tegen verstoring door diverse varende objecten op het water. Voor ruiende en gevoelige vogels (o.a. roodkeelduikers, parelduikers) heeft verstoring boven water een maximale reikwijdte van 1.500 meter. Voor zwarte zee-eenden wordt specifiek een verstoringscontour van 1.600 meter gebruikt voor binnen (<10km) de kustzone.

In het plangebied voorkomende foeragerende en duikende vogels kunnen tijdens periode van de werkzaamheden verstoord worden. Daarnaast kunnen ruiende vogels worden verstoord wanneer de werkzaamheden in de ruiperiode worden uitgevoerd.

In totaal wordt er langs het gehele tracé van IJmuiden Ver Beta een areaal van maximaal 443 km^2 verstoord (tracé lengte tot aanlanding * 1.600*2 + 1.600^2 * π). De verstoring is echter tijdelijk en zal maar op één á twee plaatsen tegelijk optreden (straal van 1.600 meter rondom de kabelinstallatieschepen en bij het platform) en niet in de hele contour tegelijk. Hiermee wordt maximaal ongeveer 16 km^2 (2 * 8 km^2) aan areaal gelijktijdig verstoord door bovenwaterverstoring. Afhankelijk of er '*Simultaneous Lay and Burial*' (SLB) of '*Post Lay Burial*' (PLB) als aanlegstrategie voor de kabels wordt gebruikt kan hier nog 1 extra verstoringscontour van 8 km^2 bijkomen.

Bovendien is de verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepvaartintensiteit op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 84. Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. De werkzaamheden zullen slechts een beperkt aantal schepen aan deze scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende wordt naast het oppervlakte verstoord gebied, ook de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot.



Figuur 84 Aanwezige scheepvaartintensiteit op het NCP in 2020 (via https://www.emodnet-humanactivities.eu). Het zwarte kader geeft het globale studiegebied weer. Een donkerrode kleur geeft aan dat er >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per maand op de desbetreffende km^2 worden gevaren.

In de onderstaande paragrafen is de effectbeschrijving van bovenwaterverstoring als gevolg van (werkzaamheden aan) het tracé op vogels opgedeeld in drie stukken:

- Het gedeelte buiten (>10km) de kustzone.
- Het gedeelte binnen (<10km) de kustzone.
- Het gedeelte op land

6.1.3.1 Op zee buiten de kustzone

Zeevogels zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw (Fijn et al., 2019; M.F. Leopold & van Der Wal, 2015) zijn rondom het tracé buiten (>10km) de kustzone te vinden. Zoals toegelicht in paragraaf 4.6 zijn vogelsoorten tijdens de rui (verstoringscontour 1.500 meter) verstoringsgevoeliger dan buiten de rui (500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van het gebied rondom het platform en het tracé (met name rond de Bruine Bank, zie 5.2.1).

Als minder gevoelige vogels verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de ruiperiode, kunnen zij uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten (noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

Grote jagers ruien tijdens hun trek en behouden tijdens de rui hun vliegvermogen (zie paragraaf 5.2.1) Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

Ruiende alken en zeekoeten zijn in de ruiperiode kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringsfactoren. Zeekoeten kunnen in de rui geheel niet vliegen. De zeekoet en alk zijn in relatief grote getalen aanwezig rondom het tracé (5.2.1). Zoals toegelicht zijn de gevoelige periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september. De ruiperiode van winterkleed naar zomerkleed (voor de zeekoet van december tot februari en voor de alk van januari tot en met maart) zijn ze minder gevoelig (Dunn et al., 2019; van Bemmelen et al., 2013).

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voor rondom het tracé bij de Bruine Bank (zie Tabel 8). Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2018 van circa 10,9 (januari) tot 79,0 (februari) individuen per km^2 en voor alk 2,9 (januari) tot 5,4 (februari) individuen per km^2. Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar (zie Figuur 65 en Figuur 66) en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de andere periode waarin zeekoeten ruien op de Bruine Bank, van juli tot en met de eerste helft van september, zijn de aantallen ruiende vogels lager (zie Tabel 8 en Figuur 65). De maximale dichtheid lag in augustus 2018 rond de 0,765 individuen per km^2. Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren. Aanwezigheid van ruiende zeekoeten op of in de buurt van het tracé is in deze periode niet uit te sluiten, maar de trefkans is lager.

De werkzaamheden zouden met een verstoringscontour van 1.500 meter langs de Bruine Bank over een lengte van 70 km leiden tot een verstoord oppervlak van circa 210 km^2 (70 km * 1.5 km * 2). Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met gegevens uit 2018 (Fijn et al., 2019). Dit is van 2017 tot en met 2019 het jaar met de hoogste gevonden aantallen bij de vliegtransecten (zie Figuur 65). Ook worden de geschatte maximale dichtheden genomen. Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van februari genomen, aangezien dit van de meetpunten in deze gevoelige periodes (januari en februari) van alk en zeekoet de hoogste dichtheden betreft. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de aantallen in augustus.

In 2018 zouden werkzaamheden in de ruiperiode in augustus tot verstoring van circa 160 (210 km^2 * 0,765 n/km^2) ruiende zeekoeten hebben geleid. Dit is een verstoring van circa 0,01 % van de Noordzeedeelpopulatie. Alken zijn in deze periode niet waargenomen in het gebied rondom de werkzaamheden. Grotere aantallen zeekoeten zitten in de ruiperiode van augustus noordelijker (zie Figuur 64). In de ruiperiode van februari 2018 zouden de werkzaamheden resulteren in verstoring van circa 16.600 zeekoeten en 1.100 alken. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 102.042 zeekoeten en 6.928 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 16.3% en 15.9% van de populatie. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 1% en circa 0,33% van de populatie (Fijn et al., 2019).

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord (Figuur 84), zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde.

Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is zullen effecten geen of nauwelijks effect hebben op de populatie. Daarnaast geldt dat ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag is t.o.v. de verstoring door regulier aanwezige scheepvaartintensiteit (Figuur 84). Hierdoor kan enige mate van gewenning optreden bij de vogels, individuen die hier wel hinder van ondervinden hebben zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour gevestigd.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels buiten (>10km) de kustzone uitgesloten.

6.1.3.2 Op zee binnen de kustzone

Het VKA-tracé loopt voor een klein stuk door het kustgebied. Voor minder gevoelige vogels resulteert het plaatsen van het tracé in een tijdelijke verstoring van circa 1,5% (1.215 ha) van het totale areaal van het open water van de Voordelta. De soorten hebben echter genoeg ruimte en aangezien de verstoring klein is, zal maar een zeer klein deel van de populatie verstoord worden.

In de omgeving van het tracé komen lage aantallen roodkeelduiker en zwarte zee-eend voor. Deze soorten zijn gevoeliger voor verstoring, met verstoringscontouren van respectievelijk 1.500 en 1.600 meter. In totaal wordt er 3.733 ha verstoord voor de roodkeelduiker en 3.992 ha voor de zwarte zee-eend, dit is circa 5% van het oppervlak van de Voordelta. Hierbij treedt de verstoring niet over het hele gebied tegelijkertijd op maar beweegt met de werkzaamheden mee. Eventueel verstoorde individuen hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden.

In de slufter op de Maasvlakte, rondom de plek waar het VKA-tracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor. Ruiende bergeenden zijn erg gevoelig voor verstoring. Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden op zee en land, bij het aanleggen van de kabel richting het converterstation.

Ruiende bergeenden in de slufter kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.

Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie 5.2.1.1. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de

corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er geen verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt.

In dit gebied in de Voordelta waar verstoring zal plaatsvinden vindt ook verstoring plaats door reeds aanwezige reguliere scheepvaart, zie Figuur 84. Hier is doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart in dit gebied. Eventuele individuen die toch worden verstoord hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden gezien 95% van het oppervlak in de Voordelta buiten de verstoringscontour valt. Roodkeelduiker en zwarte zee-eend zullen op populatieniveau geen negatieve effecten ondervinden van deze verstoring.
De Slikken van Voorne en de Hinderplaat zijn daarnaast aangewezen rustgebieden en onder andere van belang voor steltlopers (zoals toegelicht in paragraaf 5.2.1.3). Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour.

Bij het aanlandingspunt bevindt een deel van het Maasvlaktestrand zich binnen de 500-meter verstoringscontour, welke voor recreatieve doeleinden wordt gebruikt, ook bevindt er zich een doorgaande weg. Rond dit gebied vindt daarmee al enige mate van verstoring plaats. Het betreft bovendien geen essentieel leefgebied voor in de omgeving voorkomende vogels, waaronder verschillende soorten steltlopers.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels binnen (<10km) de kustzone zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden op de bergeend te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.9.2. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting van bergeenden op land plaatsvinden.

6.1.3.3 Op land

Kabeltracé

In de nabijheid van het VKA-tracé wordt 21 hectare aan potentieel broedgebied tijdelijk ongeschikt door de aanleg van de kabels. Nadat de werkzaamheden zijn uitgevoerd is het gebied weer beschikbaar, de effecten zijn daarmee tijdelijk van aard. Aanlegwerkzaamheden tijdens het broedseizoen kunnen nesten, eieren en/of vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigen of beschadigen. Individuele vogels kunnen verstoord of gedood worden. Leef- en foerageergebieden kunnen worden vernietigd of verstoord.
De verstoring die optreedt tijdens de werkzaamheden doormiddel van geluid, licht en optiek reikt wel verder dan het terrein dat daadwerkelijk vergraven wordt. Het kabeltracé ligt nabij bestaande industrie en toegangswegen, N-wegen en spoorbanen die ook tot verstoring leiden van het potentiële broedgebied. Hierdoor zijn de soorten al enigszins blootgesteld aan continu (werk)geluid. Het valt echter niet uit te sluiten dat broedende vogels worden verstoord door werkzaamheden tijdens het broedseizoen.

Het zuidelijke gedeelte van het VKA-tracé gaat door delen struweel, dat voor de aanleg gekapt moet worden. Het kappen en verwijderen van het struweel kan leiden tot vernietiging of beschadiging van nesten en vaste rust- en verblijfplaatsen.

Daarnaast raken de verstoringscontouren van het zuidelijk deel het tracé het vogelbroedgebied Vogelvallei Maasvlakte. Het aanpassen van dit broedgebied is geen optie. Om te voorkomen dat broedvogels in dit gebied verstoord worden dient rond deze locatie altijd gewerkt te worden buiten het broedseizoen.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op broedvogels door verstoring en aantasting op land zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.9.2. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting op vogels op land plaatsvinden.

Converterstation

Ondanks dat bij het terrein van het converterstation geen broedende meeuwen zijn waargenomen tijdens de veldinventarisatie in 2020, is niet uit te sluiten dat in komende seizoen wel meeuwen (of andere vogels) broeden. Voor dit terrein gelden dezelfde effecten als hierboven beschreven.
Door de aanleg van het converterstation verdwijnt circa 4,5 hectare potentieel broedgebied. Uit het faunabeheerplan meeuwen Maasvlakte (Lensink, 2015) blijkt dat ongeveer 180 hectare aan geschikte broedgebied nodig is om de gunstige staat van instandhouding van de op de Maasvlakte aanwezige meeuwensoorten te kunnen waarborgen. Momenteel is 223 hectare aan broedgebied over de gehele Maasvlakte ingericht en beschikbaar voor broedende meeuwen (Van Kan, 2016). Op dit moment is nog sprake van enige mate van overcapaciteit ten opzichte van het gestelde minimale aantal broedparen. Hierdoor leidt de afname van 4,5 hectare potentieel broedgebied, dat tevens geen onderdeel is van aangewezen en ingericht broedgebied, niet tot aantasting van de gunstige staat van instandhouding van de soorten. Het areaalverlies heeft hierdoor weinig tot geen effect op populatieomvang van kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw. Beide soorten zijn niet honkvast en lopen geen populatieverlies op (Dekkers et al., 2016).

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op vogels door verstoring en aantasting op land zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.9.2. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting op vogels op land plaatsvinden.

6.2 Vleermuizen

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vleermuizen verder toegelicht. Vleermuizen kunnen verstoring ondervinden van licht.

6.2.1 Verstoring op zee

Tijdens de aanleg- en gebruiksfase is er verlichting aanwezig op het platform en op de schepen benodigd voor werkzaamheden ten behoeve van o.a. de veiligheid. Vleermuizen ondervinden hier mogelijk hinder van. Alle aspecten omtrent verlichting worden ondervangen in het verlichtingsplan. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO). Gezien dit verlichtingsplan

als leidraad wordt gebruikt in aspecten omtrent verlichting, zijn effecten op vleermuizen als gevolg van verstoring door licht, uitgesloten.

Zoals eerder besproken is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied relatief hoog, zoals te zien in Figuur 84. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. Deze schepen voeren ook verlichting indien noodzakelijk. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vleermuizen op zee uitgesloten.

6.3 Zeezoogdieren

6.3.1 Continu onderwatergeluid

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd reikt vijf kilometer ver. Dit kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - temporary threshold shift) door continu geluid oploopt, is omdat het breedbandig is en gezien de in de praktijk voorkomende niveaus, verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen(Arends et al., 2009). De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent threshold shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar. Doordat de verstoring door continu geluid tijdelijk van aard is en de werkzaamheden zich verschuiven langs het tracé is er op geen enkel moment een ononderbroken geluidsbarrière parallel aan de kust aanwezig is. Hierdoor wordt migratie en uitwisseling tussen verschillende populaties niet geblokkeerd.

Samengevat is het gebied wat verstoord wordt als gevolg van continu geluid tijdens de werkzaamheden, maar een zeer klein deel van het totale areaal dat beschikbaar is. Zoals eerder besproken is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied al relatief hoog, zoals te zien in Figuur 84. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit. De tijdelijke toename van verstoring heeft daarmee geen gevolgen voor de fitness van individuele dieren en de populaties. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie varen de extra boten dezelfde routes. Hierdoor is het verstoorde areaal hetzelfde, maar wordt het areaal wel tijdelijk intensiever verstoord.

Conclusie: Er zijn geen effecten van continu onderwatergeluid op zeezoogdieren voor beide kabelconfiguraties. Er hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden.

6.3.2 Impuls-onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op zeehonden en bruinvissen besproken. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en de berekende verstoringsafstanden. Ook geldt er in het kader van de effectbeoordeling voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid.

Impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd bij heien. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie zorgt de optie van stalen jacket voor de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. Bij de andere funderingsopties wordt niet geheid. Daarom wordt de optie van een stalen jacket beoordeeld als worst-case. Daarnaast zal er ook impuls-onderwatergeluid plaatsvinden door de tweede ronde aan geofysische surveys. Deze zullen ook in dit hoofdstuk worden beoordeeld.

Zoals toegelicht in paragraaf 3.2.4 wordt de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen getoetst. In deze paragraaf wordt het effect van impuls onderwatergeluid op zeehonden, bruinvissen en (trek)vissen behandeld. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie. De berekende verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen staan in paragraaf 4.5. Ook geldt er voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt in de onderstaande paragrafen besproken.

Voor heigeluid kiest het KEC 3.0 voor de bruinvis als aandachtsoort, omdat ervan uitgegaan wordt dat de bescherming van de bruinvis ook voor andere walvisachtigen, zeehonden en vissen voldoende bescherming oplevert. Er loopt onderzoek om deze aanname te valideren. De bruinvis is gevoelig voor luide geluiden onder water, zoals het lawaai van heien dat nodig is voor de aanleg van windparken.

6.3.2.1 Modelstudie en drempelwaarden

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met Aquarius 4.0 gemaakt (bijlage C Geluidsstudie TNO). De centrale locatie binnen het zoekgebied (zie Figuur 31) is als bronlocatie genomen. Voor de berekening is verder uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Verder wordt uitgegaan van een paaldiameter van 2,5 meter. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (De Jong et al., 2019).

6.3.2.2 Geluidsnormen

De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Beta is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 µPa2s (op 750 m) voor de transformatorplatforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heilocatie is een maximumwaarde van ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 μPa^2s, bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2.000 kJ. Volgens deze berekeningen is de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 1 dB lager dan de afgeleide grenswaarde uit het KEC. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben. Het risico van een overschrijding van de geluidsnorm kan daarom niet worden uitgesloten. Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen hoger is dan de grenswaarde. Deze overschrijding is te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een

lagere energie kunnen zijn (de Jong & Binnerts, 2020). Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Omdat de overschrijding van de geluidsnorm op de rand van de geschatte modeloverschrijding zit, kan al wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is. Op basis van de huidige berekeningen van TNO is overschrijding van de geluidsnorm niet uit te sluiten. De mogelijke geluidsnormoverschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel, zoals bijvoorbeeld een bellenscherm of het heien met een lagere energie. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

6.3.2.3 Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden

Bij het heien dienen mitigerende maatregelen zoals een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden om permanente effecten (PTS) te voorkomen. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. In het KEC wordt dit als uitgangspunt gehanteerd en momenteel in de bestaande vergunningen via een voorschrift geborgd (Heinis & de Jong, 2015). Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (de Jong & Binnerts, 2018). Aan deze maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de zeezoogdieren en vissen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Door de hei-werkzaamheden is een areaal van 185 km^2 tijdelijk niet beschikbaar als leef en foerageergebied. Het platform bestaat worst-case uit 16 palen. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case). De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Het gebied is daarom tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van de eerder voorgestelde mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen kan dit areaal nog kleiner worden. Daarnaast zullen er ook nog surveys worden uitgevoerd. Zoals toegelicht in paragraaf 4.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys. In de berekening is uitgegaan een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km^2. De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dag van 2,01 km^2 met een verstoringsoppervlak van 24 km^2 per dag. Mogelijke mitigerende maatregelen, zoals een slow start en een ADD, kunnen ook deze verstoringsoppervlakte verminderen.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de zoute Delta. De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie en heeft geen hoge dichtheden aan zeehonden, zie Figuur 68. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord-naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade aangezien er nog genoeg ruimte is langs het

platform. Vanuit de planningen die gehanteerd wordt in het KEC 3.0 vindt er geen overlap tussen de aanleg van IJmuiden Ver Beta en andere windparken plaats, waardoor deze zone in cumulatie ook niet gehinderd wordt.

Conclusie: Met toepassing van mitigerende maatregelen kunnen effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar niet tot langdurige effecten. Er zijn geen negatieve effecten op zeehonden door impuls-onderwatergeluid.

6.3.2.4 Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvis

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (de Jong & Binnerts, 2018).

Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Daarnaast kunnen er ook mogelijke indirecte effecten ontstaan van verminderde reproductie. Voor het stellen van acceptabele grenzen aan effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren is binnen het KEC besloten dat de populatie van de bruinvis als gevolg van de aanleg van windparken op zee op minimaal 95% van de huidige populatie moet blijven. Om dit te bereiken is gerekend hoeveel bruinvisverstoringsdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. De uitgangspunten die in het KEC gebruikt worden voor platform en Net op zee IJmuiden Ver Beta staan in Tabel 12. In het KEC wordt voor deze berekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen.

Als er binnen het aantal bruinvisverstoringsdagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC.

Tabel 12 ID 56 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Aannames voor platform IJmuiden Ver Beta in de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019)

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Bruinvis verstoringsdagen
56	IJV Beta Platform	2027	-	18	168	16.002

Bij de aanvraag voor ontheffing voor de eerste ronde geofysische surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn echter bruinvisverstoringsdagen van het platform gebruikt om een tekort aan in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen[3] voor de surveys op te vangen(Schiedon & Jans, 2021). Hierbij zijn bruinvisverstoringsdagen gebruikt van de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Per platform zijn er zodoende 109 bruinvisverstoringsdagen[4]

[3] Voor de eerste surveys waren 1.636 bruinvisverstoringsdagen nodig, versus 1.311 in het KEC beschikbaar
[4] 1.636 (voor surveys benodigde bruinvisverstoringsdagen) -1.311 (voor surveys beschikbare dagen) = 325 / 3 (het totale aantal platforms) = 109 bruinvisverstoringsdagen voor eerste ronde surveys per platform.

van het platform reeds gebruikt. Als dit in mindering wordt gebracht op het toegewezen aantal bruinvisverstoringsdagen voor platform IJmuiden Ver Beta blijven er 15.893 dagen over.

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend. Hierbij zijn actuelere uitgangspunten gebruikt voor de bouw van het platform, dan de uitgangspunten gebruikt in het KEC die staan in bovenstaande tabel

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 755 km^2. Volgens het meest recente KEC (Kader Ecologie en Cumulatie), is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het plangebied maximaal 0,721/km^2 in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km^2 in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km^2 in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er worst-case 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringsdagen daarmee respectievelijk op:

- 11.086 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (16 * 961 * 0,721).
- 10.732 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (16 * 961 * 0,698).
- 6.826 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (16 * 961 * 0,444).

Conclusie: Met toepassing van mitigerende maatregelen kunnen effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van ernstige verstoring op de soorten. Er is daarnaast geen overschrijding van het toegewezen aantal bruinvisverstoringsdagen voor het heien van platform Net op zee IJmuiden Ver Beta (16.002 bruinvisverstoringsdagen). Tevens is er geen overschrijding van het toegewezen aantal dagen wanneer de survey dagen die al gebruikt zijn hiervan afgetrokken worden (maximaal 11.086 dagen benodigd t.o.v. 15.893 dagen beschikbaar).

6.3.2.5 Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Zoals toegelicht in paragraaf 4.5 worden voor de realisatie van de kabelverbinding meerdere geofysische surveys uitgevoerd. De tweede ronde surveys worden beoordeeld in deze toets, en bestaat uit detail geofysische studies voor kabel en platform, UXO surveys en post lay survey voor de kabel. Voor de eerste ronde heeft TenneT een separaat traject doorlopen. Om te bepalen of het uitvoeren van deze eerste ronde (“globale”) surveys van het VKA-tracé binnen het toegewezen aantal dagen (zie Tabel 13) blijft, zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend in een notitie van ATKB (Schiedon & Jans, 2021). Het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen in het KEC is gebaseerd op een scenario met drie kabels voor Net op zee IJmuiden Ver (zie Tabel 13). De toegewezen bruinvisverstoringsdagen moeten voor deze drie kabeltracés gezamenlijk beoordeeld worden.

Tabel 13 Nr's 106 en 109 uit Bijlagetabel 8-3 uit het KEC. Uitkomst is het aantal toegewezen Bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het uitvoeren van de globale en gedetailleerde geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr.	Naam	Toegewezen bruinvisverstoringsdagen
106	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311
109	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311

De bruinvisverstoringsdagen van no. 106 zijn reeds gebruikt voor de eerste globale surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Uit de berekeningen hiervan blijkt dat het aantal bruinvisverstoringsdagen uitkomt op 1.636 wanneer er 30 dagen in het voorjaar en 90 dagen in de zomer wordt gewerkt (Schiedon & Jans, 2021). Zoals toegelicht in paragraaf 4.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys.

In de berekening is uitgegaan een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km^2. De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dan van 2,01 km^2 met een verstoringsoppervlak van 24 km^2 per dag.

Wanneer met deze aannames een worst-case berekening per seizoen wordt gemaakt voor de tweede ronde (“gedetailleerde”) surveys van de kabeltracés komt dat neer op:

- 2.420 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (281 / 2,01 * 24 * 0,721)
- 2.342 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt (281 / 2,01 * 24 *0,698)
- 1.490 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (281 / 2,01 * 24 * 0,444)

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat gereserveerd is in het KEC voor deze activiteit (1.311) wordt dus overschreden door de geplande werkzaamheden.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Om effecten op de bruinvispopulatie correct in kaart te kunnen brengen dient voor de start van de surveys een gedetailleerdere analyse van de bruinvisverstoring uitgevoerd te worden op basis van de daadwerkelijk geplande activiteit.

Mitigerende maatregel: Als mitigerende maatregel dient een ADD en ‘slow start’ gebruikt te worden tijden het uitvoeren van de geofysische survey. In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringsdagen nog anders (waarschijnlijk lager, maar mogelijk ook hoger) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de gedetailleerde surveys is nog niet bekend. Voordat deze kunnen starten moet daarom een uitgebreide berekening gedaan worden op basis van de daadwerkelijke scope van de surveys. Deze maatregelen zijn verder toegelicht in paragraaf 7.9.4.

Conclusie: Op basis van de huidige berekeningen van TNO is overschrijding van de geluidsnorm niet uit te sluiten. Het aantal bruinvisverstoringsdagen voor plaatsing van het platform wordt niet overschreden. De mogelijke geluidsnormoverschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel, zoals bijvoorbeeld een bellenscherm of het heien met een lagere energie. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringsdagen minder.

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de tweede ronde surveys overschrijdt wel de hiervoor berekende capaciteit. Het is voor bruinvissen echter irrelevant door welke vorm van verstoring (heien of geofysische surveys) verstoring optreedt. Er zijn in het KEC meer bruinvisverstoringdagen toegewezen voor de aanleg per platform van IJmuiden Ver dan nodig. Verdeeld over de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn 370 bruinvisverstoringsdagen

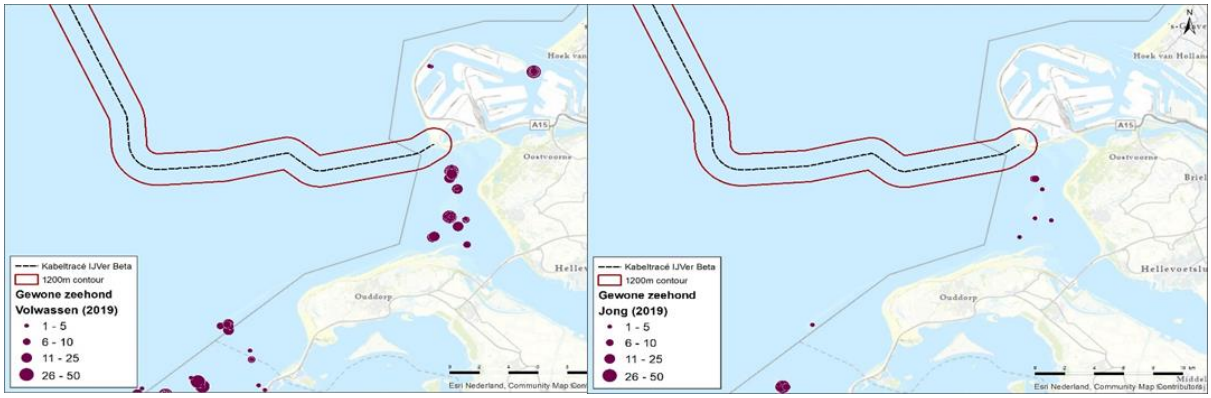
per platform[5] nodig om met de geofysische surveys binnen de berekende limiet voor het totale project te blijven. Deze ruimte is er. Voor de realisatie van het platform IJmuiden Ver Beta zijn nog 4.807 van de in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen niet gebruikt[6]. De benodigde 370 dagen voor de surveys passen hierbinnen.

In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringsdagen nog anders (waarschijnlijk lager, maar mogelijk ook hoger) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de tweede ronde surveys is nog niet bekend. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de tweede ronde surveys te worden uitgevoerd. Er is nu aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de eerste ronde surveys. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze toets opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te worden getroffen. Deze moeten ter goedkeuring in een aanpassing op de ontheffingsaanvraag voorgelegd worden aan het bevoegd gezag.

Met het nemen van de bovengenoemde mitigerende maatregelen en het uitwerken en narekenen hiervan in een ecologisch werkplan voor aanvang van de heiwerkzaamheden en het uitvoeren van de geofysische surveys kunnen onacceptabele effecten op de bruinvispopulatie worden uitgesloten. Ondanks deze mitigerende maatregelen zal er echter wel verstoring plaatsvinden op individuen. Daarom moet voor de bruinvis ook een ontheffing worden aangevraagd.

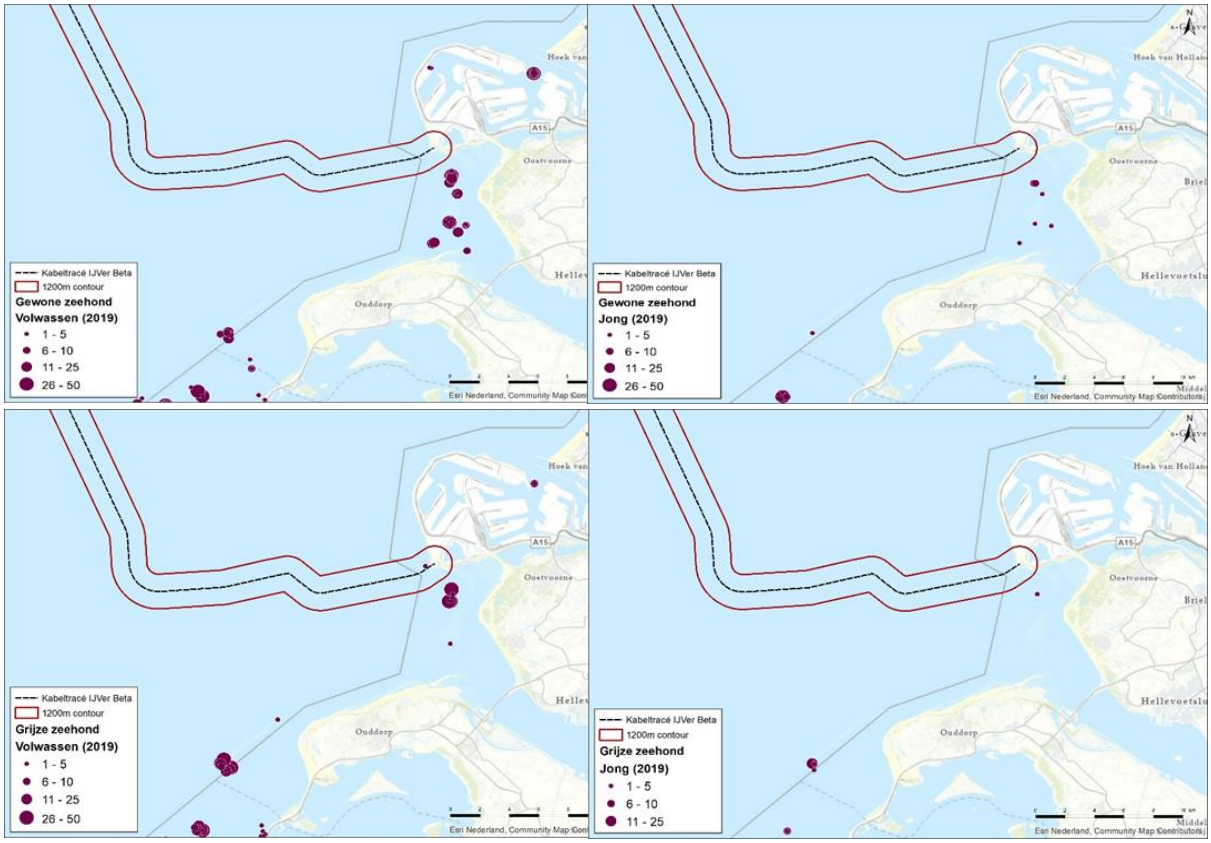
6.3.3 Bovenwaterverstoring

De Hinderplaat wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (zie

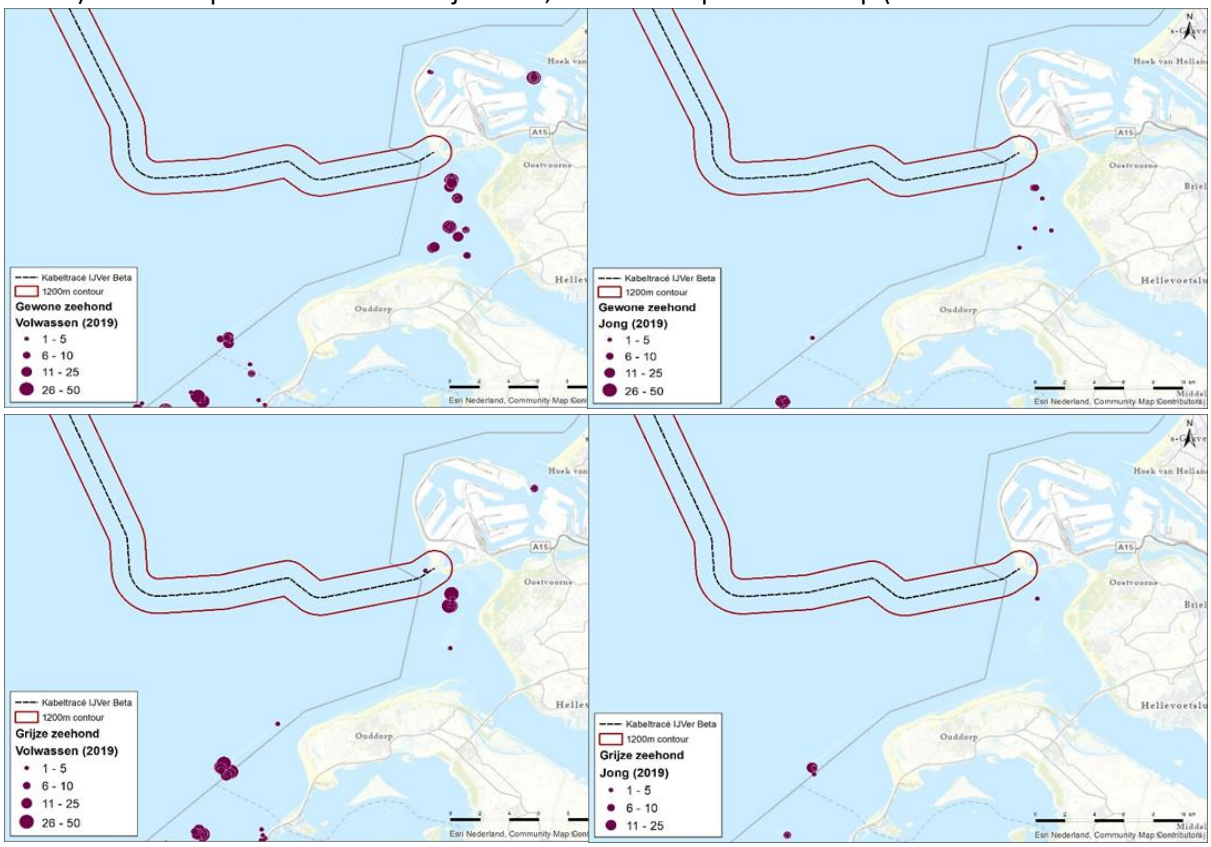


Figuur 69 en Figuur 70. Ook gebruikt de grijze zeehond de stranden rond het overgangspunt van het VKA-tracé van zee naar land als rustplaats (zie

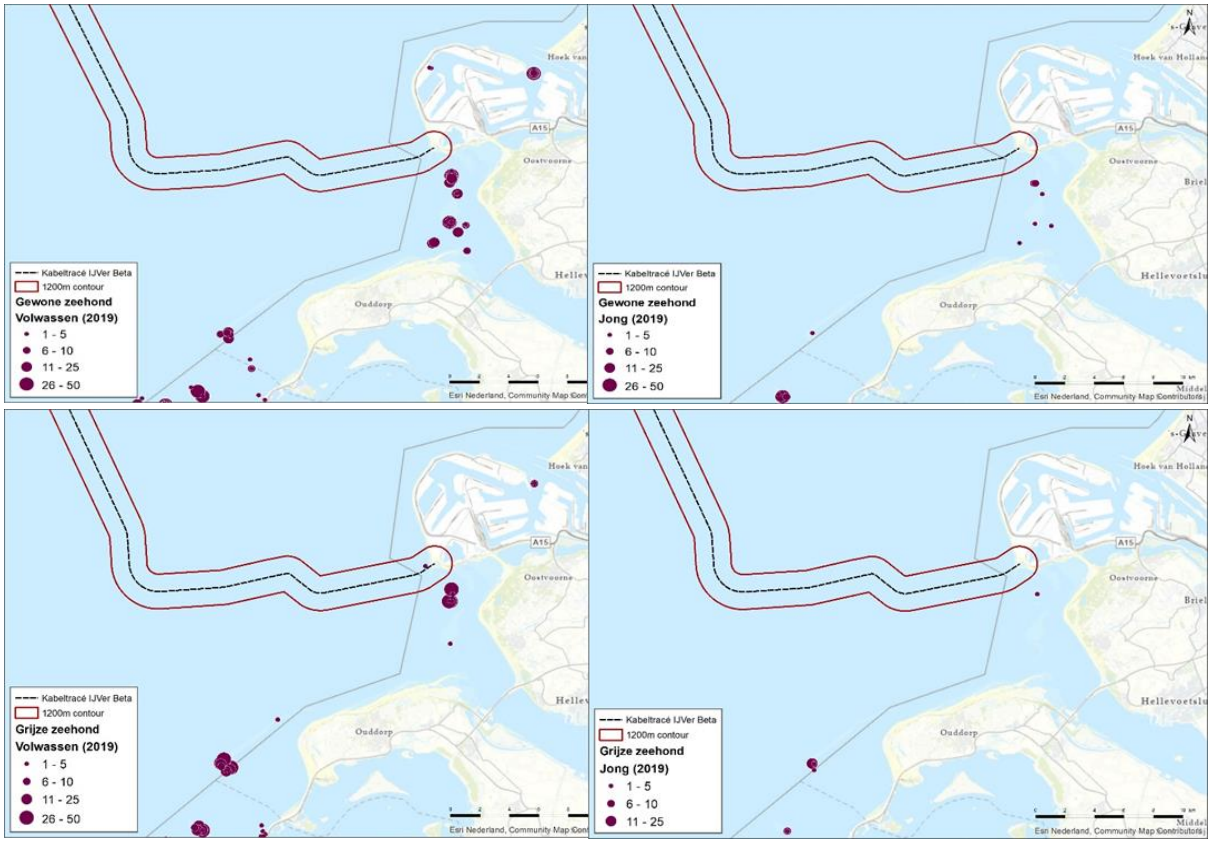
[5] 2.420 (totale benodigde bruinvisverstoringsdagen voor de geofysische survey) - 1.311 (in het KEC toegewezen dagen) = 1.109 (maximale overschrijding door geofysische survey)
1.109 (benodigde bruinvisverstoringsdagen) / 3 (aantal platforms in project) = 370 dagen per platform
[6] 16.002 (in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen voor platform IJmuiden Ver Beta) – 11.086 (worst-case dagen benodigd voor platform IJmuiden Ver Beta) - 109 (dagen gebruikt voor eerste ronde surveys (buiten deze toetsing)) = 4.807



Figuur 85). In de huidige ligging van de platen raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de Hinderplaat in het noordelijke deel, met zeer beperkte overlap (zie



Figuur 85).



Figuur 85 Verstoringscontour van bovenwaterverstoring bij de aanlanding met gemeten grijze zeehonden (links) en gewone zeehond (rechts)

Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is toegankelijk voor bezoekers en er loopt een doorgaande weg niet ver vandaan. Dit gebied is zodoende al verstoord. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar.

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (zie paragraaf 5.2.3). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart, zie paragraaf 5.2.3), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter, waardoor het niet mogelijk is te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren in dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het VKA-tracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied.

Mitigerende maatregel: Als mitigerende maatregel kan een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 7.9.3.

Conclusie: Indien deze maatregel uitgevoerd wordt, zal er geen negatief effect ontstaan voor jonge en zogende zeehonden voor beide kabelconfiguraties.

6.3.4 Elektromagnetische velden

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Hiernaar is dan ook meer onderzoek gedaan. In de volgende paragraaf wordt verder gekeken naar de mogelijke effecten op bruinvissen. Onderzoek van Teilmann *et al.* (2002) toont aan dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit toont aan dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-kabels, de kabels voor IJmuiden Ver Alpha/Beta hebben een grote voltage, namelijk 525 kV. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren.

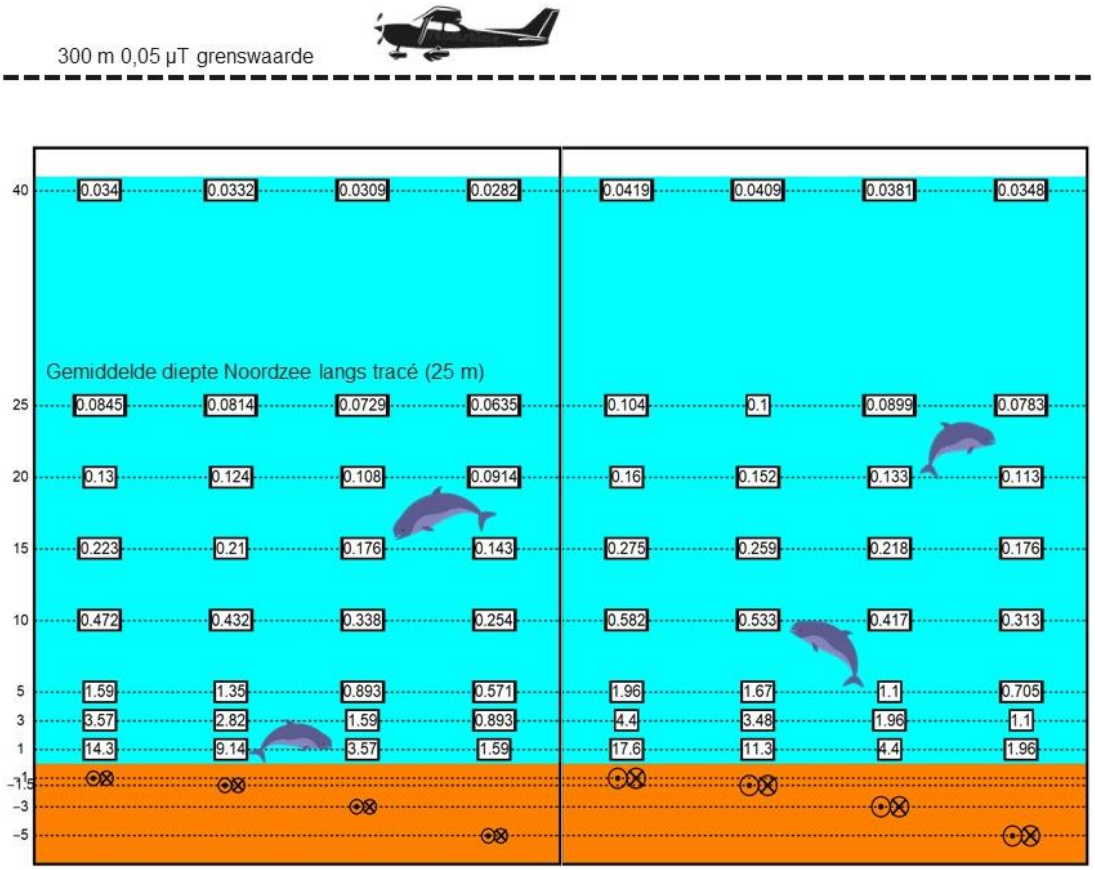
Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat concrete data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1990). Kirschvink heeft twee onderzoeken gedaan naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten veld er een grotere kans was op stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990).

Deze waarde, van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. Van Essen, 2020), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door Kirschvink (1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt.

Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd voor de (1x4)-kabelconfiguratie en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 86. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 0,0419 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) tot 0,034 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm). Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase van de (2x2)-kabelconfiguratie 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. De (1x4)-ligt dus

lager dan dit. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot een effect leiden. In het geval van een storing in de (2x2)-configuratie zal het elektromagnetisch veld een waarde van 1,15 µT hebben op 40 meter hoogte, zie Figuur 36. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de standaardwaarden, zal het niet de randwaarde van 0,05 µT bereiken op 300 meter hoogte. Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 µT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA. Dit resulteert dan in een magnetisch veld van ongeveer 7 µT in de waterkolom op 25 meter (vanuit gaand van een kabel van 185 mm en 3 meter onder de grond). Dit is een factor 100 groter dan wat realistisch is. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525 kV kabel verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen optreden.

Conclusie: Op basis van de huidige gegevens in Bijlage VII-D blijkt er geen aantoonbaar negatief effect te zijn op bruinvissen voor beide kabelconfiguraties.



Figuur 86 Magneetveldzone in µT van de 525kV-zeekabel bij een kabeldiameter van 185 (links) en 150 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van Van Essen (2020). De bovenste zwarte lijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld 0,05 µT kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 µT komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-zeekabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 µT zijn en dus onder het kritieke punt

6.4 Vissen

6.4.1 Vertroebeling

De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen, ook kan het leiden tot vermindering van jachtsucces en in ernstige gevallen tot sterfte voor vissen in het algemeen. Beide onderwerpen zullen in deze paragraaf worden besproken.

6.4.1.1 Barrièrewerking trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk verstoord raken. De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F is deze slibmodelleerstudie opgenomen, in Figuur 28 zijn resultaten hiervan weergegeven. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen. Hoewel de slibwolk een groot deel langs de kust beslaat, gaat het uiteindelijk gaat om zeer lage concentraties, die slechts enkele dagen op de locatie zullen zijn. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen echter toch de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrièrewerking is op de trekvissen.

De onder Europese habitatrichtlijn beschermde houting en steur zijn anadrome trekvissen. Dit geldt ook voor andere trekvissen in het gebied waarvoor vanuit gebiedsbescherming instandhoudingsdoelstellingen zijn opgesteld; de rivierprik, zeeprik, elft en fint. Anadrome vissen zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (bijvoorbeeld via het Haringvliet en de Voordelta) optrekken om te paaien, om daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang.

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Effecten op vis door vertroebeling kunnen optreden door het vangstsucces te beperken bij zichtjagende vissen maar potentieel ook door migratie succes te beperken wanneer de migratie op zicht plaatsvindt. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge maten van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Parsley et al., (2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Alle soorten trekvissen die door het Haringvliet of de Voordelta trekken zijn bovendien gewend aan vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de

stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvissen (behalve salmoniden) migreren bijvoorbeeld tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Uit de bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is gedurende de migratie langs de Tweede Maasvlakte. Op de dag dat de slibwolk het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel de grootste barrièrewerking (dag 85) komt de concentratieverhoging daggemiddeld niet boven de 2,5 mg/l voor de (1x4)-kabelconfiguratie en niet boven de 5 mg/l voor de (2x2)-kabelconfiguratie. In verhouding tot een jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 – 30 mg/L, met uitschieters tot 100 mg/L na een stormperiode betreft dit een marginale verhoging. De concentratieverhoging van 5 mg/L zal voor soorten als steur en houting niet merkbaar boven de achtergrondconcentraties uitstijgen en deze soorten zijn daarnaast tijdens de migratie niet afhankelijk zijn van goed zicht in de waterkolom.

Conclusie: Vertroebeling van de werkzaamheden heeft geen negatief effect op trekvissen bij beide kabelconfiguraties.

6.4.1.2 Effect van vertroebeling op vissen in het algemeen (zorgplicht)

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uiteengezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l (!) met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zal zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hier van profiteren.

Conclusie: Vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op vissen in het algemeen voor beide kabelconfiguraties.

6.4.2 Continu en impuls-onderwatergeluid

Hoewel vissen op grote afstand trillingen kunnen waarnemen, leidt dit in het algemeen slechts beperkt tot vermijdingsgedrag. Vissen bevinden zich immers ook op korte afstand van allerlei andere verstoringbronnen, waaronder varende schepen. Die, zoals eerder besproken, doorgaans in hoge mate aanwezig zijn in het projectgebied, zie Figuur 84. Het beperkte aantal schepen t.b.v. de werkzaamheden voegt zodoende maar een kleine fractie toe ten opzichte van de al aanwezige reguliere scheepvaart.

De meeste vissen zijn beperkt gevoelig(100-300Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Trekvissen als de fint zijn gevoelig voor geluid (1.000-1.500 Hz).

Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 m voor normale vaartuigen tot 400 m voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995). Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 m bedragen. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de ruime uitwijkmogelijkheden zijn de effecten van continu onderwatergeluid van varende schepen op vissen verwaarloosbaar.

Uit onderzoek blijkt dat vissen nog geen schade ondervinden van met heiklappen overeenkomend impulsgeluid van zeer hoge niveaus (Halvorsen et al., 2012; Hawkins & Popper, 2014). Bij vissen zonder zwemblaas werden bij een cumulatieve SEL van 216 dB re 1 µPa2s nog geen effecten gevonden. Vissen met een zwemblaas bleken wat gevoeliger, maar ook deze vissen (meerdere soorten) bleken aan een cumulatieve SEL van circa 207 dB re 1 µPa2s te kunnen worden blootgesteld zonder schade op te lopen.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% op het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP).

Conclusie: Er is geen negatief effect van continu- en impuls-onderwatergeluid op (trek)vissen voor beide kabelconfiguraties.

6.4.3 Elektromagnetische velden

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, evertebraten en bepaalde zeezoogdieren.
Voor verschillende soorten vissen en ongewervelden die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide behandeling van de effecten op vissen en ongewervelden wordt verwezen naar bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond). Deze waarden nemen echter snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zullen zwemmen , zoals berekend door van Essen (2020, 2021b) voor de (1x4) en (2x2)-kabelconfiguraties, en bijlage VII-K en in Figuur 86.

Conclusie: Op basis van de gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee zullen er bij beide kabelconfiguraties geen negatieve effecten optreden op (trek)vissen door EMV.

6.5 Zandhagedis

In het plangebied van het VKA-tracé zijn in de laatste vijf jaar driemaal zandhagedissen waargenomen (NDFF, 2021). Deze waarnemingen bevonden zich allen in het zuiden van het tracé, langs de zuidzijde van de Noordzeeboulevard. Hier biedt het struweel en de ruigte geschikte dekking als habitat voor de soort (Bij12, 2017). Op basis hiervan wordt gesteld dat het plangebied rond deze locatie geschikt leefgebied is voor zandhagedis. Ook aan de noordkant van de Noordzeeboulevard gaat het VKA-tracé door delen duinvegetatie, dat geschikt leefgebied vormt. Bij het uitvoeren van de werkzaamheden in deze gebieden is hierbij sprake van directe aantasting van het leefgebied en kan verstoring of het doden van exemplaren bij het vergraven plaatsvinden.
Omdat het gebied van het VKA-tracé zich bevindt in geschikt leefgebied van zandhagedis, is sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining en versnippering leefgebied. Na afronding van de werkzaamheden zal het leefgebied zich herstellen. Na-ijleffecten in de vegetatie zijn niet te verwachten als gevolg van bijvoorbeeld bodemverdichting. De periode van mindere geschiktheid van het gebied is hierdoor beperkt.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op deze soort zijn niet uitgesloten.

6.6 Rugstreeppad

Rugstreeppad is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatsen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatie loos en zonder concurrentie van andere amfibieën of waterinsecten. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreeppad niet voor, met mogelijke uitzondering de ondiepe oeverzones. Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. Rugstreeppadden zijn alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems, hier graven de rugstreeppadden zich in. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals tegels, pallets en tractorbanden of in muizenholletjes.

Zoals beschreven in paragraaf 5.3.3.5 is het gebied rondom de Slufter geschikt als leefgebied voor rugstreeppad. Aangezien het niet uit te sluiten is dat rugstreeppad in de directe omgeving van de Slufter en het VKA-tracé overwintert, kunnen werkzaam in het winterseizoen (van oktober tot en met maart), leiden tot directe aantasting van de winterrustverblijven en kan verstoring of het doden van exemplaren bij het vergraven plaatsvinden. Bovendien wordt de soort aangetrokken door pioniersomstandigheden met open zand en tijdelijk water, wat vaak ontstaat op bouwterreinen, hierdoor kan bij de werkzaamheden en herinrichting de soort ineens opduiken op dergelijke locaties. Indien dat gebeurt, treedt door de bouwwerkzaamheden verstoring en schade aan individuen en/of leefgebied op en is sprake van overtreding van verbodsbepalingen uit de Wet natuurbescherming.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de

werkzaamheden te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.9.6.

6.7 Glad biggenkruid

Glad biggenkruid is een typische, eenjarige zomerbloeier en groeit op open, zonnige plaatsen. Deze soort komt voor op droge, kalkarme, meestal zwak zure, betrekkelijk voedselarme zandgrond. Dit kan in open grasvegetaties op humus- en stikstofarm zand, op akkers en in de duinstreek ook op droog, licht betreden grasland en duinzand dat oppervlakkig ontkalkt is. De soort is een bekende soort van duinvegetaties, maar komt ook voor op door mensen gerealiseerde locatie met vergelijkbare groeiomstandigheden als spoortaluds en braakliggende terreinen (met opgebracht zand).

Door de aanleg van het tracé op land worden groeiplaatsen van glad biggenkruid vergraven. Ter plaatse van het tracé gaat het om tijdelijke effecten, omdat na aanleg de groeiplaatsen hersteld kunnen worden. Omdat glad biggenkruid een soort is van pioniersomstandigheden zal de soort zich na de werkzaamheden weer kunnen vestigen op deze locatie. Ter plaatse van het beoogde converterstation gaat het om het permanent verdwijnen van de groeiplaats.

Conclusie: Negatieve effecten (vernielen, ontwortelen) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden en het verdwijnen van de groeiplaatsen te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.9.7.

6.8 Niet-beschermde soorten

In deze paragraaf zijn enkele bijzondere soorten behandeld die niet zijn beschermd via Wnb artikel 3.1, 3.5 of 3.10. Voor alle soorten geldt echter wel de zorgplicht. In het kader daarvan is besloten om effecten op onderstaande rode-lijstsoorten en zandkokerworm te onderzoeken. Voor de rode-lijstsoorten is dit nodig geacht omdat deze soorten bedreigd zijn. Voor zandkokerwormriffen geldt dat lang gedacht werd dat deze niet meer aanwezig waren in het Nederlandse deel van de Noordzee. Aangezien dit habitat recent is aangetroffen en in de belangstelling ligt, is het besloten deze nader te belichten in deze soortbeschermingstoets.

6.8.1 Zandkokerworm

De zandkokerwormriffen kunnen mogelijk effecten ondervinden van sedimentatie, vertroebeling en habitataantasting. De effecten worden in de onderstaande paragrafen nader uitgelegd.

6.8.1.1 Sedimentatie

S. spinulosa riffen zijn gevoelig voor een toename in sedimentatie. Het is daarbij waarschijnlijk dat grote hoeveelheden snel neerdalend sediment (>1 mm/dag) meer impact hebben op de wormen dan kleine, constant neervallende hoeveelheden (≤1 mm/dag) (Arcadis, 2020). Hierbij zijn de wormen niet meer instaat om volledige begraving te voorkomen via het bouwen van een ‘noodkoker’ met dood als gevolg. De bodem rondom het gedeelte van het tracé op zee en het platform bestaat hoofdzakelijk uit zand, wat snel bezinkt. Hierdoor zullen effecten van sedimentatie voornamelijk gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van de werkzaamheden.

6.8.1.2 Vertroebeling

Uit (Pearce, 2017) blijkt dat *S. spinulosa* waarschijnlijk een grote tolerantie heeft voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom. Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55.5 mg/l SPM) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconstateerd at S*. spinulosa* riffen niet tot nauwelijks gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling, tenzij de concentraties boven de 50 mg/l komen, en dit is niet het geval (zie paragraaf 4.2). Aangezien de bodemsamenstelling in het NCP rond het platform en het kabeltracé voornamelijk uit zand bestaat dat snel bezinkt, zullen de effecten van vertroebeling op aanwezige zandkokerwormen gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van het kabeltracé.

6.8.1.3 Habitataantasting

Door habitataantasting kunnen (delen van) riffen verdwijnen of afsterven. Afhankelijk van de frequentie en mate van aantasting in verhouding van het formaat van het rif kan het hierbij om kleine delen van het rif of volledig weggevaagde riffen gaan. Zo wordt algemeen aangenomen dat het beperkte (en voorheen onwaarschijnlijk geachte) voorkomen van riffen op de Bruine Bank komt door de intensieve bodemvisserij waardoor meerdere keren per jaar de gehele bodem wordt omgeploegd (García et al., 2019). De gestekelde zandkokerwormriffen werden namelijk voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied (García et al., 2019; van der Reijden et al., 2019). Doordat bodemvisserij binnen het Windpark IJmuiden Ver in de toekomst niet meer is toegestaan bestaat hierdoor juist de mogelijkheid voor de zandkokerriffen om zich te vestigen.

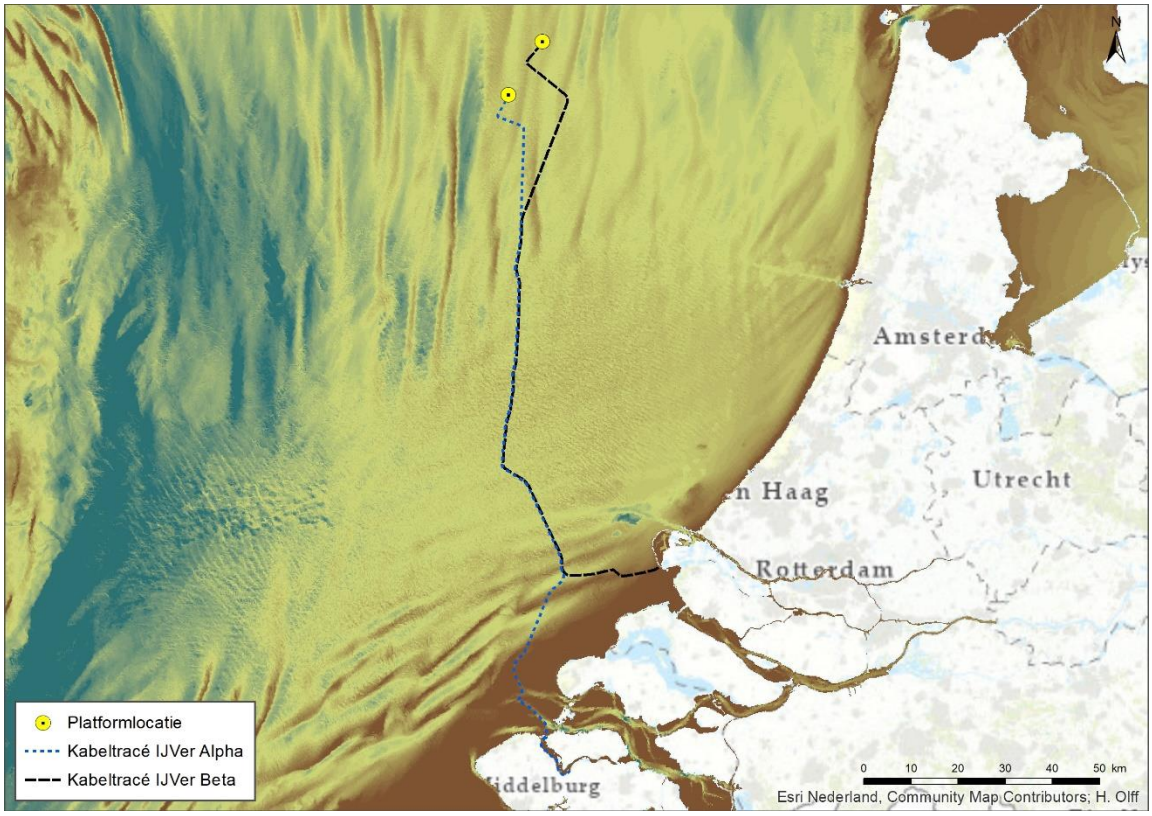
Het valt echter niet uit te sluiten dat er tijdens de aanleg van het VKA ook riffen op de bodem van niet in kaart gebrachte valleien nabij het platform en tracé voorkomen. Uit paragraaf 4.8 blijkt dat deze diepere geulen in noord-zuid richting lopen en met name in het noordelijke deel van het tracé (nabij het platform) en bij de kust voorkomen. De kans op het aantreffen van de zandkokerwormriffen in het overige gebied is zeer gering. Dit wordt bevestigd door een model van habitatgeschiktheid voor *S. spinulosa*, (Bos et al., 2019). Hierbij dient vermeld te worden dat de betrouwbaarheid van de voorspelling door de onderzoekers zelf, voornamelijk in kustgebieden, wordt ingeschat als laag tot matig. In kustgebieden zijn vooral scheepswrakken en ander substraat bemonsterd, waar veel wormen in een hoge dichtheid op zaten. Er zijn alleen niet veel plekken met hard substraat binnen (<10km) de kustzone waardoor de kans dat individuele wormen of riffen op het gewone zeebed aangetroffen worden vrij klein is. Verder constateerden de onderzoekers: *´De voorspelling laat zien dat de zandkokerworm vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voorkomt, en niet in slibrijke gebieden, zoals de diepere delen in het midden van de Nederlandse Noordzee (bv Oestergronden)'.*

De kans op het aantreffen van *S. spinulosa* riffen zal zich daardoor hoofdzakelijk limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het VKA zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining van de riffen. De reikwijdte van de aantasting zal hoogstwaarschijnlijk beperkt blijven tot de reikwijdte het bagger/frezen en sedimentatie in de directe omgeving. Eventuele aangetaste riffen hebben de mogelijkheid zich te herstellen. Uit literatuuranalyse blijkt dat de *S. spinulosa* riffen zich relatief snel herstellen (Arcadis, 2020). Gedeeltelijke verwoesting kan binnen dagen tot weken hersteld zijn. Na aantasting (grotendeels) lege velden kunnen na 6 maanden weer als rif herkenbaar zijn. De doorontwikkeling tot een zo optimaal mogelijk functioneel rif inclusief biodiversiteit duurt langer (orde grootte enkele jaren).

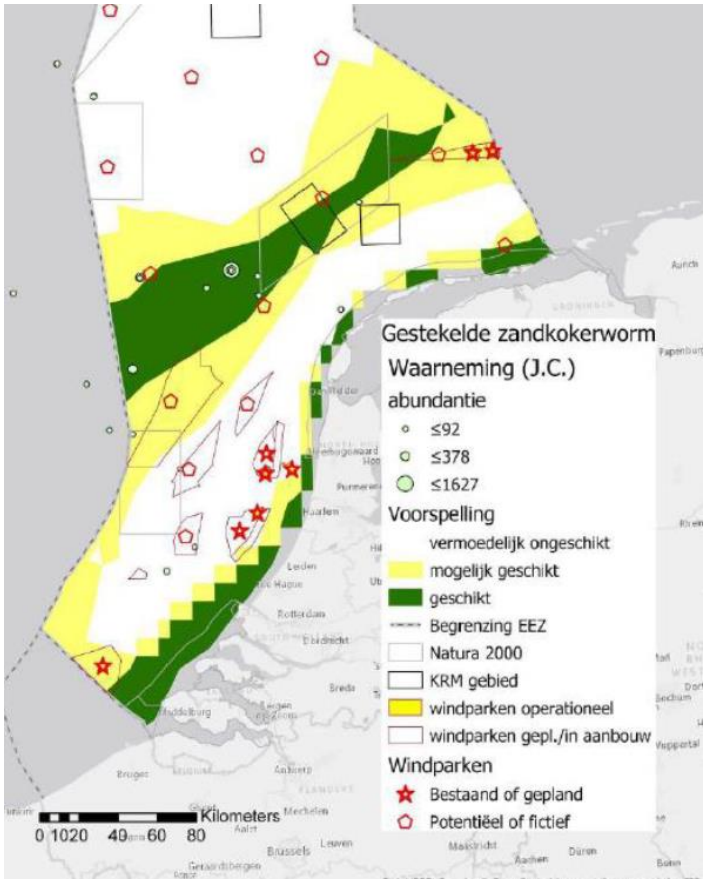
Om negatieve effecten op de soort te voorkomen moeten de volgende maatregelen plaatsvinden:

- Met de huidige informatie kan niet worden vastgesteld of en waar de riffen op de tracés voorkomen. Door het analyseren van de Multibeam data kan de locatie van *S. spinulosa* riffen op en rondom het tracé bepaald worden. De riffen geven namelijk een signaal dat meer onregelmatig/gestructureerd/gestippeld is dan de omgeving (Pearce, 2017).
- Na het uitvoeren van een Multibeam scan of gericht onderzoek kan met meer zekerheid een tracé optimalisatie van het VKA worden uitgevoerd binnen de aangestelde corridor (micro-rerouten). Zo kunnen (zover dit technisch mogelijk is) delen van het rif ontzien worden, waardoor herstel sneller plaats kan vinden.
- De resultaten van de Multibeam analyse, evenals de keuze voor de optimale route die hierop wordt gebaseerd, dienen vast gelegd te worden in een logboek.

De bovengenoemde maatregelen zijn gericht op het voorkomen van incidentele schade, echter is kans op verstoring of doden van exemplaren tijdens de werkzaamheden (voor beide kabelconfiguraties) niet uit te sluiten. Voor de zandkokerwormriffen gelden momenteel nog geen beschermingsmaatregelen, waardoor een ontheffingsaanvraag op de verbodsbepalingen niet noodzakelijk is. De algemene zorgplicht is wel van toepassing.



Figuur 87 Bathymetrie meting Noordzee ten opzichte van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, bathymetriegegevens (aangepast van EMODnet, n.d.)



Figuur 88 Kaart met de gemodelleerde habitatgeschiktheid voor S. spinulosa uit Bos et al. (2019)

6.8.2 Rode lijst-soorten: insecten

In het projectgebied zijn geen beschermde insectensoorten waargenomen. Ten aanzien van de Rode lijst-soorten is het aannemelijk dat het vergraven impact heeft op het leefgebied. De verstoring is slechts van tijdelijke aard en er zijn in de omgeving echter voldoende alternatieven beschikbaar. Hierdoor zullen de populaties van deze soorten niet in gevaar komen.

6.8.3 Rode lijst-soorten: flora

Ten aanzien van de Rode lijst-soorten zijn met name ten zuiden van de Noordzeeboulevard groeiplaatsen bekend. De werkzaamheden hebben geen direct negatief effect op Rode lijst-soorten, echter kan het materieel (onbedoeld) leiden tot schade.

De bekende groeiplaatsen dienen daarom vooraf aan de werkzaamheden te worden gemarkeerd, bijvoorbeeld gemarkeerd met linten. Hiermee dient voorkomen te worden dat de groeiplaatsen (onbedoeld) beschadigd raken door voertuigen en ander materieel.

7 Toetsing

In dit hoofdstuk wordt beoordeeld of de effecten die optreden als gevolg van het leggen van de kabels (beide configuraties) en het heien van het platform ten behoeve van Net op Zee: IJmuiden Ver Beta kunnen leiden tot overtreding van verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten uit de Wet natuurbescherming (artikelen 3.1, 3.5 en 3.10).

7.1 Vogels

In Tabel 14 zijn de relevante verbodsbepalingen voor vogels opgenomen.

Tabel 14 Relevante verbodsbepalingen voor vogels

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Alle vogelsoorten	Artikel 3.1 Wnb	Lid 1: Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen. Lid 2: Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen. Lid 4 en 5: Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen (lid 4). Dit verbod is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (lid 5).

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.1 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

7.1.1 Zichtjagende vogels

In Tabel 14 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Uit Artikel 3.1 lid 4 geldt dat vogels niet opzettelijk verstoord mogen worden. Zichtjagende vogels kunnen verstoord worden door bovenwaterverstoring en vertroebeling. Uit de analyse in paragraaf 6.1.1 blijkt dat zichtjagende vogels op zee (rondom de bruine bank) en zichtjagende broedvogels zoals dwergstern, grote stern, noordse stern en visdief genoeg areaal hebben om te jagen en zodoende niet verstoord worden door vertroebeling. Op basis van de analyse in paragraaf Bovenwaterverstoring6.1.3 kan tevens worden uitgesloten dat zichtjagende vogels verstoord worden door bovenwaterverstoring.

7.1.2 Trekvogels

In Tabel 14 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Uit Artikel 3.1 lid 4 geldt dat vogels niet opzettelijk verstoord mogen worden. Trekvogels kunnen verstoord worden door bovenwaterverstoring, vooral wanneer deze aan het ruien of rusten zijn. Op basis van de analyse in paragraaf 6.1.3 kan worden uitgesloten dat alle trekvogels behalve de bergeend verstoord worden door bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden wanneer het verlichtingsplan in acht wordt genomen. Voor de bergeend is er een mitigerende maatregel nodig, opgenomen in paragraaf 7.9.1, om uit te sluiten dat verbodsbepalingen overtreden worden.

7.1.3 Broedvogels

In Tabel 14 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Op basis van de analyse in paragraaf 6.1.3 kan niet worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.9.2. Met deze maatregelen kan worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Er is daarom geen ontheffing benodigd voor broedvogels op land.

Voor schadelijke werkzaamheden aan broedende vogels in het broedseizoen wordt geen ontheffing verleend, omdat het uitvoeren van de werkzaamheden buiten het broedseizoen over het algemeen een goed alternatief vormt. Werkzaamheden vinden daarom plaats buiten het broedseizoen, tenzij niet anders mogelijk is wegens gegronde redenen, bijvoorbeeld m.b.t. werkveiligheid. In dit geval dienen tijdig maatregelen getroffen te worden zoals buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig aan te passen zodat het niet meer geschikt broedgebied betreft.

7.2 Vleermuizen

In Tabel 15 zijn de verbodsbepalingen voor vleermuizen opgenomen.

Tabel 15 Relevante verbodsbepalingen voor vleermuizen

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Verscheidene vleermuissoorten	Artikel 3.5 Wnb	Geen. Door toepassing van het verlichtingsplan is ook Lid 2 (het is verboden dieren opzettelijk te verstoren) niet van toepassing.

Op basis van de analyse in paragraaf 6.2 kan, doordat wordt gewerkt conform een op wettelijke richtlijnen gebaseerd verlichtingsplan (welke dient voor de minimalisatie van verstoring van o.a. vleermuizen), worden uitgesloten dat vleermuizen verstoord worden. Aanvullende maatregelen of een ontheffing zijn niet aan de orde, er wordt voldaan aan de zorgplicht. Door het incidentele voorkomen van vleermuizen bij het landdeel is opzettelijke verstoring ook hier uitgesloten.

7.3 Zeezoogdieren

7.3.1 Zeehonden

In Tabel 16 zijn de relevante verbodsbepaling voor zeehonden opgenomen. Zeehonden kunnen verstoring ondervinden door bovenwaterverstoring en impuls-onderwatergeluid. Uit paragraaf 6.3.1 blijkt dat met toepassing van alle mitigerende maatregelen (zoals beschreven in paragraaf 7.9.3) de werkzaamheden hoogstens kunnen leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar dat er geen sprake is van significante effecten op populatieniveau.

Uit paragraaf 6.3.3 blijkt dat met toepassing van mitigerende maatregelen de werkzaamheden geen zogende zeehonden verstoord en zodoende geen significante effecten heeft op populatieniveau. De Wet natuurbescherming verbiedt verstoring van zeehonden niet, wat betekent dat als aan de zorgplicht voldaan is (door de mitigerende maatregelen) er geen verdere acties, zoals het aanvragen van een ontheffing, genomen te hoeven worden.

Tabel 16 Relevante verbodsbepalingen voor gewone en grijze zeehond en bruinvis

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Gewone zeehond	Artikel 3.10 Wnb	Geen relevante verbodsbepaling voor verstoring
Grijze zeehond		
Bruinvis	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden dieren opzettelijk te verstoren

7.3.2 Bruinvissen

In Tabel 16 zijn de verbodsbepalingen voor bruinvissen opgenomen. De verbodsbepaling voor het opzettelijk verstoren van dieren geldt wel voor de dolfijnen en walvissen, waartoe de bruinvis behoort. De overige dolfijnen en walvissen komen sporadisch of als dwaalgast voor in het gebied en worden niet in de beoordeling meegenomen. De bruinvis kan mogelijk verstoring ondervinden door impuls-onderwatergeluid.

Uit de toetsing van het berekende geluidsniveau op de geluidsnorm (paragraaf 6.3.2) kan niet worden uitgesloten dat deze overschreden wordt. Daarom zijn er maatregelen nodig, deze zijn opgenomen in hoofdstuk 7.9.4.

Met deze maatregelen wordt de staat van instandhouding van bruinvissen niet aangetast als gevolg van heien van de platforms en turbines (Heinis et al., 2019). Ter controle dient echter tijdens de werkzaamheden een monitoringsprogramma uitgevoerd te worden. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of genomen maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Ondanks deze mitigerende maatregelen zijn significante effecten op het individu niet uitgesloten. Hierom moet er een ontheffing voor de Wet Natuurbescherming worden aangevraagd.

7.4 Vissen

In Tabel 17 zijn de verbodsbepalingen voor vissen opgenomen.

Tabel 17 Relevante verbodsbepalingen voor vissen

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Houting	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen
Steur		

In de Wnb geldt voor de houting en de steur een beschermingsregime. Deze soorten kunnen mogelijk effect ondervinden van vertroebeling. Beide soorten komen zeer weinig voor binnen het studiegebied en zijn daarnaast van nature gewend aan fluctuerende slibconcentraties. Aan de hand van de toetsing in paragraaf 6.4.1 blijkt de kans op verstoring van individuele dieren is daarmee verwaarloosbaar.

Op de locaties waar werkzaamheden plaatsvinden komen geen voortplantingsplaatsen van beide soorten voor. Beschadiging of vernieling van voortplantingsplaatsen door werkzaamheden is daarom uitgesloten.

Ook is de kans op verstoring door continu- en impuls-onderwatergeluid op (trek)vissen uitgesloten, aangezien deze niet in het plangebied zijn waargenomen rondom het platform.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.5 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

7.5 Zandhagedis

In Tabel 18 zijn de relevante verbodsbepalingen voor zandhagedis opgenomen.

Tabel 18 Relevante verbodsbepalingen voor zandhagedis

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Zandhagedis	Artikel 3.5 Wnb	Lid 1: Het is verboden in het wild levende dieren […] in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen. Lid 2: Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren Lid 4: Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen

Op basis van de analyse in paragrafen 6.5 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat leefgebied wordt vernield en dat zandhagedissen verstoord worden, waardoor verbodsbepalingen overtreden worden. Zandhagedis staat op de Rode lijst geclassificeerd als 'kwetsbaar'. De langjarige trend in aantallen van de soort vertoont een matige toename (laatste 10 jaar onzeker). De langjarige trend in verspreiding vertoont een matige toename (website Ravon). Wanneer te veel aantasting van leefgebied en verstoring plaatsvindt kan dit gevolgen hebben voor de gunstige staat van instandhouding van de lokale populaties. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.9.5. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat verbodspalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor zandhagedis.

7.6 Rugstreeppad

In Tabel 19 zijn de relevante verbodsbepalingen voor rugstreeppad opgenomen.

Tabel 19 Relevante verbodsbepalingen voor rugstreeppad

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Rugstreeppad	Artikel 3.5 Wnb	Lid 1: Het is verboden in het wild levende dieren […] in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen. Lid 2: Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren Lid 4: Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen

Op basis van de analyse in paragrafen 6.6 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat leefgebied wordt vernield en dat rugstreeppadden verstoord worden, waardoor verbodsbepalingen worden overtreden. Rugstreeppad staat op de Rode lijst geclassificeerd als 'gevoelig' en de langjarige trend in verspreiding is stabiel (website Ravon). Wanneer te veel aantasting van leefgebied en verstoring plaatsvindt kan dit gevolgen hebben voor de gunstige staat van instandhouding van de lokale populaties. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.9.6. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat verbodspalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor rugstreeppad.

7.7 Glad biggenkruid

In Tabel 20 zijn de relevante verbodsbepalingen voor glad biggenkruid opgenomen.

Tabel 20 Relevante verbodsbepalingen voor flora

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Glad biggenkruid	Artikel 3.10 Wnb	Lid 1c: Het is verboden vaatplanten van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij deze wet, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Op basis van de analyse in paragraaf 6.7 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat glad biggenkruid vernietigd wordt, waardoor de verbodsbepaling wordt overtreden. Glad biggenkruid staat op de Rode lijst geclassificeerd als 'bedreigd' en 'zeer sterk achteruitgegaan', de langjarige trend in verspreiding is stabiel (website Floron). Vernietiging van een standplaats heeft dus gevolgen voor de gunstige staat van instandhouding van de (lokale) populatie. Om de negatieve effecten door de werkzaamheden en het verdwijnen van de groeiplaatsen te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.9.7. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat verbodspalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor deze soort.

7.8 Zandkokerworm(riffen)

Voor zandkokerworm(riffen) zijn geen verbodsbepalingen opgenomen, aangezien de soort niet beschermd is. Wel treedt de zorgplicht op (zie paragraaf 7.9.8).

7.9 Mitigerende maatregelen

7.9.1 Bergeend

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op de bergeend dienen de volgende mitigerende maatregel te worden getroffen:

- Tijdens werkzaamheden gedurende het ruiseizoen (juni t/m september) van de bergeend op de tweede Maasvlakte moet er gebruikt gemaakt worden van een professionele vogelwaarnemer. Aangezien bergeenden tijdens de rui gebruik maken van het water rondom de aanlanding van de kabel op land mogen deze niet verstoord worden. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel op zee dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1500 m van de werkzaamheden. De vogelwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap hiervoor geschikt is. De vogelwaarnemer moet tijdens de werkzaamheden op land, wanneer het kan, vanaf het strand de bergeenden waarnemen. Indien zicht te slecht is zal de vogelwaarnemer het werk ook stilleggen.

7.9.2 Broedvogels

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op algemene broedvogels dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen:

- Voer de werkzaamheden in potentieel broedgebied van vogels uit buiten de broedperiode van vogels (broedperiode loopt globaal vanaf half maart tot en met half juli). Indien dit niet mogelijk is, moeten gebieden waar gewerkt wordt, in ieder geval ongeschikt gemaakt worden voorafgaand aan het broedseizoen en ongeschikt gehouden worden totdat de werkzaamheden aanvangen;
- Aangezien de meeuwensoorten niet jaarrond beschermd en niet honkvast zijn, kan buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig aangepast worden zodat het niet meer geschikt is om in te gaan broeden. In dit geval zou dan op die locatie gedurende het broedseizoen wel gewerkt kunnen worden. Een mogelijke mitigerende maatregel zou zijn om tussen half februari en augustus de beoogde werk tracés vrij te houden. Dit kan worden gedaan door honden op de tracés te laten lopen en netten toepassen om de meeuwen weg te houden.
- Het verwijderen van vegetatie tijdens het broed- en voortplantingsseizoen kan alleen plaatsvinden nadat een ecoloog heeft vastgesteld door onderzoek dat op het moment van rooien geen sprake is van bewoonde nesten of holtes e.d. van vogels (nesten met eieren, jongen of broedende vogels).

De zorgplicht blijft, ongeacht de status van de soorten, wel van kracht. Geadviseerd wordt een controle van het plangebied uit te voeren direct voorafgaande aan de werkzaamheden. Enkele vogelsoorten kunnen afhankelijk van de weersomstandigheden het hele jaar door broeden.

7.9.3 Zeehonden

Met het oog op effecten op zeehonden door bovenwaterverstoring dient de volgende mitigerende maatregel te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Tijdens werkzaamheden gedurende het werp- en zoogseizoen van de gewone en grijze zeehond op de Voordelta of op de tweede Maasvlakte moet er gebruikt gemaakt worden van een professionele zeehondenwaarnemer. Aangezien zeehonden gebruik maken van de Hinderplaat om te zogen, mogen deze niet verstoord worden. De zeehondenwaarnemer kan indien werpende, zogende of jonge zeehonden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de zeehonden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele zoogseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel op zee moet de zeehondenwaarnemer aanwezig zijn op het schip om vanaf daar de werkzaamheden stil te leggen indien nodig. De zeehondenwaarnemer zal verifiëren of er zeehonden aanwezig zijn tot 1200 m vanaf het schip. Hiervoor zal de zeehondenwaarnemer zelf een inschatting voor maken welk gereedschap geschikt daarvoor is. De zeehondenwaarnemer moet tijdens de werkzaamheden op land, wanneer het kan, vanaf het strand de zeehonden waarnemen. Indien zicht te laag is zal de zeehondenwaarnemer het werk ook stilleggen.

Voor effecten op zeehonden door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat doormiddel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.

- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie het gewenste effect heeft wordt de volgende maatregel getroffen ter controle:
    - Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm van Hollandse Kust (zuid). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee wordt de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen worden dan in de uitvoering toegepast.
- Om te borgen dat de uit te voeren tweede ronde surveys binnen de berekeningen van deze toets (zie paragraaf 6.3.2.5) blijven, nemen we op dat voorafgaand aan de start van de surveys specifieke berekeningen worden uitgevoerd door de uitvoerder van de surveys (op basis van werkelijk in te zetten materieel). In deze toets is aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de eerste ronde surveys. Indien uit de berekeningen van de uitvoerder blijkt dat niet voldaan kan worden aan de bovengrens van de in deze Wnb-Soortenbescherming opgenomen effecten, worden aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te getroffen. Deze moeten ter goedkeuring in een aanpassing op de ontheffingsaanvraag voorgelegd worden aan het bevoegd gezag
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

7.9.4 Bruinvissen

Met het oog op effecten op bruinvissen door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat doormiddel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het plaatsen van een bellenscherm
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie voor het beperken van onderwatergeluid bij heiwerkzaamheden het gewenste effect heeft worden ter controle project specifieke berekeningen uitgevoerd wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm van Hollandse Kust (zuid). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee zal de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.

- Om te borgen dat de uit te voeren tweede ronde surveys binnen de berekeningen blijven, worden voorafgaand aan de start van de surveys specifieke berekeningen uitgevoerd door de uitvoerder van de surveys (op basis van werkelijk in te zetten materieel). In deze toets is aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de eerste ronde surveys. Indien uit de berekeningen van de uitvoerder blijkt dat niet voldaan kan worden aan de bovengrens van de in deze Wnb-Soortenbescherming opgenomen effecten, worden aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD getroffen. Deze moeten ter goedkeuring in een aanpassing op de ontheffingsaanvraag voorgelegd worden aan het bevoegd gezag.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

Met bovengenoemde maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van bruinvissen als gevolg van heien van de platforms en turbines en het uitvoeren van de geofysische surveys geen negatieve effecten (Heinis et al., 2019). Dit dient echter tijdens de werkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Omdat er sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.9.5 Zandhagedis

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen dient met het volgende rekening gehouden te worden:

- Werkzaamheden in (mogelijk) zandhagedisleefgebied dienen uitgevoerd te worden buiten het actieve seizoen van de zandhagedis, de periode buiten dit actieve seizoen (i.e. het inactieve seizoen) loopt van midden oktober tot en met midden maart.
- Indien werkzaamheden toch (deels) moeten worden uitgevoerd tijdens het actieve seizoen, bijvoorbeeld wegens gegronde redenen m.b.t. werkveiligheid, is ten eerste een ontheffing nodig. Hiernaast zijn maatregelen noodzakelijk die ervoor zorgen dat zandhagedissen niet op het werkterrein terecht komen. Denk hierbij aan het afschermen van de randen van het werkterrein met een tijdelijk reptiel-werend scherm. Het plaatsen van het scherm dient vóór maart gebeurd te zijn. Het te plaatsen scherm kan bijvoorbeeld bestaan uit hard kunststof van 50 centimeter hoog waarbij minimaal 10 centimeter wordt ingegraven. Het scherm dient regelmatig gecontroleerd te worden op o.a. kieren en overhangende vegetatie, dit om goed functioneren van het reptielenscherm te waarborgen. Indien er toch zandhagedissen op het werkterrein aanwezig zijn, moeten deze worden weggevangen en buiten het werkgebied in een geschikt habitat teruggezet worden.

Met het toepassen van de mitigerende maatregelen worden negatieve effecten zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Wel is sprake van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, waardoor wel een ontheffing nodig is.

7.9.6 Rugstreeppad

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen zijn de volgende maatregelen noodzakelijk.

- Werkzaamheden in (mogelijk) rugstreeppadleefgebied dienen uitgevoerd te worden buiten het actieve seizoen van de rugstreeppad, de periode buiten dit actieve seizoen (i.e. het inactieve seizoen) loopt van midden oktober tot en met midden maart.
- Bij uitvoering buiten de actieve periode (oktober tot en met eind maart), zijn geen aanvullende maatregelen nodig. Indien de uitvoering in de actieve periode (eind maart tot en met begin oktober) plaatsvindt, moet voorafgaand aan de activiteiten het projectgebied ontoegankelijk gemaakt worden voor rugstreeppadden. Denk hierbij aan het afschermen van de randen van het werkterrein met een tijdelijk amfibie-werend scherm. Het plaatsen van het scherm dient vóór maart gebeurd te zijn. Het te plaatsen scherm kan bijvoorbeeld bestaan uit hard kunststof van 50 centimeter hoog waarbij minimaal 10 centimeter wordt ingegraven. Het scherm dient regelmatig gecontroleerd te worden op o.a. kieren en overhangende vegetatie, dit om goed functioneren van het amfibie-werend scherm te waarborgen. Indien er toch rugstreeppadden op het werkterrein aanwezig zijn, moeten deze worden weggevangen en buiten het werkgebied in een geschikt habitat teruggezet worden.
- Daarnaast kunnen overwinterende rugstreeppadden zich bij het VKA-tracé langs de Slufter bevinden in de periode oktober tot en met maart. Deze moeten worden weggevangen en buiten de invloedsfeer van de activiteiten in een geschikt habitat teruggezet worden. Het is van belang dit zonder langdurige tussentijdse opslag te doen.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregelen zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Omdat wel sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.9.7 Glad biggenkruid

Als er groeiplaatsen ter plaatse van de locatie van het converterstation of tracé verloren gaan door de aanlegwerkzaamheden, is het verplaatsen van de soorten noodzakelijk. Bij het huidige ontwerp en de voorziene werkterreinen gaat het alleen om het tracé. Bij het converterstation wordt geadviseerd om een jaar voorafgaand aan de werkzaamheden de locatie te onderzoeken op groeiplaatsen van glad biggenkruid. De voorkeur gaat uit naar een min of meer bestendige groeiplaats, zo dichtbij mogelijk bij de bestaande locatie. De nieuwe groeiplaats dient van minimale gelijkwaardige kwaliteit zijn: open, zonnige plaats op droge, kalkarme, betrekkelijk voedselarme zandgrond (zowel lemig als leemarm mag); in duingebied is ook licht betreden grasland en oppervlakkig ontkalkt duinzand geschikt. Twee plaatsen komen in aanmerking: het terrein van het nieuwe converterstation en het kabeltracé alwaar open ontgraving heeft plaatsgehad. Op het tracé wordt glad biggenkruid na de aanleg teruggeplaatst.

Het verplaatsen van glad biggenkruid moet buiten de bloeiperiode (die loopt van juni tot september) uitgevoerd worden. De zode, het gaat om een eenjarige plant zodat ook de zaadbank van belang is, dient geplagd en verplaatst te worden naar de nieuwe groeiplaats. Mogelijk is het noodzakelijk om de zoden tijdelijk op depot te plaatsen (afhankelijk van volgordelijkheid in uitvoering). Daarnaast zal zaad worden verzameld om bij te zaaien bij het terugplaatsen, om de slagingskans te vergroten. De exacte werkwijze bij het verplaatsen en de geschikte locatie dient uitgevoerd en begeleid te worden door een deskundig ecoloog. Vanwege tijdsverloop is te zijner tijd een actuele inventarisatie en markering van standplaatsen nodig. Bij de aanvang van de werkzaamheden zal een Ecologisch werkprotocol (EWP) worden opgezet waarin deze inventarisatie plaatsvindt en waarin wordt beschreven waar de plant naartoe wordt verplaatst.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregel worden negatieve effecten op glad biggenkruid zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Omdat wel sprake is van verwijderen van exemplaren van de huidige groeiplaats, is een ontheffing nodig.

7.9.8 Zorgplicht

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op soorten in het algemeen dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen in het kader van de zorgplicht.

- Verplaats binnen het werkgebied aangetroffen soorten, die niet (meer) uit zichzelf het werkgebied kunnen verlaten, naar veilig leefgebied in de directe omgeving waar geen werkzaamheden (meer) uitgevoerd worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan muizen in winterslaap. Een ecoloog wordt ingeschakeld om passende maatregelen te nemen. Dit geldt voor alle soorten vanuit de zorgplicht uit artikel 1.11 van de Wet natuurbescherming, die alle in het wild voorkomende soorten beschermt.

Daarnaast dient tijdens de werkzaamheden te allen tijde rekening gehouden te worden met de algemene zorgplicht:

- Werk zo veel mogelijk in de richting waarin soorten kunnen vluchten.
- Het materieel moet zorgvuldig en deskundig worden gebruikt, zodat geen onnodige schade wordt veroorzaakt of onnodige verstoring van flora en fauna optreedt.

7.9.8.1 Zandkokerworm(riffen)

Aangezien zandkokerwormriffen niet kunnen vluchten tijdens de werkzaamheden wordt er vanuit ecologie geadviseerd om gericht onderzoek te doen naar de aanwezigheid hiervan. De praktische haalbaarheid is echter niet zeker omdat het niet volledig duidelijk is of zandkokerwormriffen gelokaliseerd kunnen worden in vooronderzoek.

7.9.8.2 Rode lijst flora

De groeiplaatsen van Rode lijst-soorten, met name ten zuiden van de Noordzeeboulevard, dient vooraf aan de werkzaamheden te worden gemarkeerd, bijvoorbeeld met linten. Hiermee dient voorkomen te worden dat de groeiplaatsen (onbedoeld) beschadigd raken door voertuigen of ander materieel.

7.10 Conclusie

7.10.1 Op zee

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wet natuurbescherming blijkt dat, na het nemen van de benodigde mitigerende maatregelen, significant negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten voor de bruinvis. Er is om deze reden een ontheffing nodig voor de verbodsbepaling op bruinvis.

7.10.2 Land

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wet natuurbescherming blijkt dat, na het nemen van de benodigde mitigerend maatregelen, significant negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten voor de rugstreeppad, zandhagedis en glad biggenkruid. Er is om deze reden een ontheffing nodig voor de verbodsbepalingen op de rugstreeppad, zandhagedis en glad biggenkruid.

8 Referenties

Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (Phoca vitulina) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16*, *November*, 43. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18174/400306.

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

Arcadis. (2020). *Ecoprofiel Sabellaria spinulosa Zandkokerwormriffen op de Bruine Bank*.

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2019). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2017/2018*.

Arts, F. A., Lilipaly, S., & Strucker, R. C. W. (2016). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015*.

Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. . (1998). *Risico Analyse Mariene systemen: verstoring door menselijk gebruik. WL-rapport T1660.*

Bakker, P., van der Berg, A., Aukes, P., & Heemsbergen, H. (2000). Factsheet glad biggenkruid. *Rapport / Directie Natuurbeheer;Nr. 43*.

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

Bat Conservation Trust. (2020). *Surveys*. https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme/surveys/national-nathusius-pipistrelle-survey

Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). Sterna hirundo Common Tern. *BWP Update*, *6*, 91–137.

Bij12. (2017). *Kennisdocument Zandhagedis Lacerta agilis*.

BIJ12. (2017). *Kennisdocument Noordse woelmuis*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Boele, A., van Bruggen, J., Hustings, F., Koffijberg, K., Vergeer, J.-W., van der Meij, T., de Boer, V., Deuzeman, S., van Diek, H., de Jong, A., Kampichler, C., van Kleunen, A., Marx, L., Schekkerman, H., Schoppers, J., van Turnhout, C., Zoetebier, D., & van der Jeugd, H. (2015). *Broedvogels in Nederland in 2013*.

Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Tjalling Van Der Wal, J. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee*.

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18.

https://doi.org/10.3390/jmse4010018
Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). *Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis). RIN-rapport 92/17.*
Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.
Buijs Ecoconsult BV. (2019). *Ecologisch werkprotocol Realisatiefase net op zee Hollandse Kust (zuid), betreffende de land gebonden activiteiten op de Maasvlakte Projectnummer 180901*.
Bureau Stadsnatuur. (2013). *Managementplan beschermde soorten Havengebied Rotterdam*.
Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.
Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020). *Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019*.
Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.
de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.
de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.
de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.
de Jong, C., Binnerts, B., Prior, M., Colin, M., Ainslie, M., Mulder, I., & Hartstra, I. (2019). *Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions", report TNO 2018 R11671*.
De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123
Dekkers, J., Scholten, A., & Dirkes, M. (2016). *Aanvullende informatie n.a.v. tussentijds oordeel Commissie voor de milieueffectrapportage* (Vol. 31, Issue 0).
Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks.* Lynx Edicions.
Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*
Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). *Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra*.
Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.
Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012
Ecomare.nl. (2017). *Dolfijnen*. https://www.ecomare.nl/verdiep/leesvoer/dieren/dolfijnen/
EMODnet. (n.d.). *EMODnet DTM for European sea regions*.
Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.
Fijn, R.C., F.A. Arts, B.W.R. Engels, J.W. de Jong, M.P. Collier, A. Gyimesi, M. Hoekstein, R-J. Jonkvorst, S. Lilipaly, P. A. W. (2016). Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2015-2016. *Bureau Waardenburg Rapportnr: 16-199*.
Fijn, R. ., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2018). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het*

Nederlands Continentaal Plat in 2017-2018 .

Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.

Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*. http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en-zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018

Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European Seabirds as a tool for marine spatial planning. *Frontiers in Marine Science*, *6*(APR), 1–15. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192

García, S., Álvarez, H., Perry, A. L., Blance, J., Maaholm, D. J., & Aguilar, R. (2019). Protecting the North sea: Brown Bank. *Oceana*, 64. https://doi.org/10.1108/prt.1999.12928eaf.002

Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20*, *February*, 23.

Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.

Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. *61*, 127–136.

Gill, A. B., Bartlett, M., & Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology*, *81*(2), 664–695. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Goverse, E. (2018). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2018. Stichting RAVON i.o.v. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden.*

Halvorsen, M. B., Casper, B. M., Woodley, C. M., Carlson, T. J., & Popper, A. N. (2012). Threshold for onset of injury in Chinook salmon from exposure to impulsive pile driving sounds. *PLoS One*, *7*(6), e38968.

Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, *36*(1), 41–55.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *25*, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, *74*(3), 635–651.

Heinis, F., & Baptist, H. (2012). *Kolonies van Kleine mantelmeeuwen in het havengebied, visie op beheer, HbR NV*.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). *Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.*

Heinis, F., & de Jong, C. J. (2015). Cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op

zeezoogdieren. *TNO Rapport TNO*, R10335.
Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.
Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.
Jak, R. G., Bos, O. G., Witbaard, R., & Lindeboom, H. J. (2009). *Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapport C065/09.j*.
Jaspers, C. J., Tuitert, D., Smith, K. C., Wessels, S., & Dullemen, M. van. (2009). *Strategie m.b.t. meeuwenkolonies in het havengebied van Rotterdam, Grontmij Houten*.
Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C*.
Energiedialoog, (2016).
Kamerstuk 31510, nr. 64. (2016). *Energieagenda "Naar een CO2-arme energievoorziening."*
Kamerstuk 33561, nr. 42. (2018). Routekaart windenergie op zee 2030. *Ministerie van EZK*.
Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700. https://link.springer.com/article/10.1007/s10641-012-0059-5#citeas
Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).
Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.
Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2
Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*
Lagerveld, S., Gerla, D., van der Wal, J. T., de Vries, P., Brabant, S., Stienen, E., Deneudt, K., Manshanden, J., & Scholl, M. (2017). *Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area*. *November*, 52.
Lensink, R. (2015). Faunabeheerplan meeuwen havengebieden van Rotterdam, Dordrecht en Albasserdam 2015-2019. *Bureau Waardenburg Rapportnr: 14-146*.
Leopold, M.F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."* www.imares.wur.nl
Leopold, Mardik F. (2017). *Seabirds? What seabirds? An exploratory study into the origin of seabirds visiting the SE North Sea and their survival bottlenecks*. https://doi.org/10.18174/416194
Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2
Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036
Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.
Maes, Joachim, Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment - A literature review -*.
Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.
Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.
Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.
Ministerie van Infrastructuur & Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan*.
Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). *Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saeftinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021*.
Ministerie van LNV. (2008a). *Bontbekplevier (Charadrius hiaticula) A137*.
Ministerie van LNV. (2008b). *Dwergmeeuw (Larus minutus) (A177)*.
Ministerie van LNV. (2008c). *Kleine mantelmeeuw (Larus graellsii) 22 A183*.
Ministerie van LNV. (2008d). *Parelduiker (Gavia arctica) A002*.
Ministerie van LNV. (2008e). *Roodkeelduiker (Gavia stellata) A001*.
Ministerie van LNV. (2008f). *Zwarte zee-eend (Melanitta nigra) A065*.
Ministerie van LNV. (2016). *Noordse woelmuis (Microtus oeconomus ssp. arenicola) | Beschermde natuur in Nederland*.
Mitson, R. B. (1995). *Recommended format for purposes of citation: ICES. 1995. Underwater noise of research vessels: review and recommendations. ICES Cooperative Research Report No. 209. pp. 61. https://doi. org/10.17895/ices. pub. 5317*.
Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*.
Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105
Noordzeeloket. (2017). *Vleermuizen*. Wind Op Zee Ecologisch Programma.
Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*
Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving. (2020). *Het Akkoord voor de Noordzee*.
Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.
Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*.
RAVON. (2021a). *Atlantische steur*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/europese-steur
RAVON. (2021b). *Houting*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/noordzeehouting
Rijksoverheid. (2017). *Vertrouwen in de toekomst - Regeerakkoord 2017 - 2021 VVD, CDA, D66 en ChristenUnie*.
Rijkswaterstaat. (2016). *Beheerplan Natura 2000 Voordelta 2015-2021*.
Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).
Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloei door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
Rugvin. (2020). *Monitoringsresultaten Noordzee*.
S.J. Lilipay, M. Sluijter, F.A. Arts, M.S.J. Hoekstein, D. van Straalen, & P.A. Wolf. (2020). *Broedsucces van kustbroedvogels in het Deltagebied in 2019*. 1–159.
Schiedon, E., & Jans, M. (2021). *Notitie Berekening bruinvisverstoringsdagen bij globale kabelsurvey IJmuiden Ver (IJVa, IJVb & IJVg). 20210297/not08.*
Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Sociaal-Economische Raad. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*.
Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125
Sovon. (2021a). *Bergeend*. https://www.sovon.nl/nl/soort/1730
Sovon. (2021b). *Bontbekplevier*. https://www.sovon.nl/nl/soort/4700
Sovon. (2021c). *Bontbekplevier | Sovon.nl*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/4700
Sovon. (2021d). *Dwergstern*. https://www.sovon.nl/nl/soort/6240
Sovon. (2021e). *Grote Stern*. https://www.sovon.nl/nl/soort/6110
Sovon. (2021f). *Kleine Mantelmeeuw*. https://www.sovon.nl/nl/soort/5910
Sovon. (2021g). *Roodkeelduiker | Sovon.nl*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/20
Sovon. (2021h). *Visdief*. https://www.sovon.nl/nl/soort/6150
Sovon. (2021i). *Zeekoet*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/6340
Sovon. (2021j). *Zwarte zee-eend*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/2130
Stichting de Noorzee. (2018). *Verloren geachte riffen herontdekt - Stichting De Noordzee. Retrieved november, 2020, from https://www.noordzee.nl/verloren-geachte-riffen-herontdekt/*.
Stienen, E. W. M., & Brenninkmeijer, A. (1992). *Ecologisch profiel van de visdief (Sterna hirundo)*.
Tabak, A. (2019). *Veldonderzoek beschermde soorten locaties Natuur op land Hollandse Kust West Beta*.
Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.
Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.
van Bemmelen, R. S. A., Arts, F., & Leopold, M. F. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*. www.imares.wur.nl
van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.
van de Wetering, B., Jans, S., & Schiedon, E. (2021). *Voortoets Wet Natuurbescherming Kabel Survey. 20210297/rap02*.
van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008
van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.
van Kan, D. H. A. W. (2016). Aanvullende informatie n.a. tussentijdse oordeel Commissie voor milieueffectrapportage (Net op zee Hollandse Kust (zuid). *Witteveen & Bos Projectcode AH579-21*.
Verdaat, H. J. P. (2006). *Gebiedsgebruik, gedrag en verstoring van Roodkeelduikers (Gavia stellata) in de Voordelta*.
Vogebescherming. (2020). *Zilvermeeuw*.
Vogelbescherming. (2020). *Kleine Mantelmeeuw*. https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/kleine-mantelmeeuw
Waarneming.nl. (2017a). *Bultrug - Megaptera novaeangliae*. https://waarneming.nl/soort/view/1389?from=2015-04-12&to=2018-04-12&method=0&rar=0&show_zero=0&species=soort+1389&prov=0&maand=0&os=0&prov_wg=0&rows=20&references=0&waardplant=0&poly=1&hide_hidden=1&global_tag=0&only_approved=0&page=15

Waarneming.nl. (2017b). *Gewone Dolfijn - Delphinus delphis*. https://waarneming.nl/soort/view/1375

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable. Measurement report.*

Website NDFF. (2020). *Nationale Databank Flora en Fauna*. https://www.ndff.nl/

Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017a). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers. Overzicht en vergelijking resultaten 2014, 2015 en 2016.*

Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017b). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2017. Monitoring van diadrome vissen met focus op intrekkende glasaal en driedoornige stekelbaars. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal*.

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Bijlage A Samenvatting Slibstudie

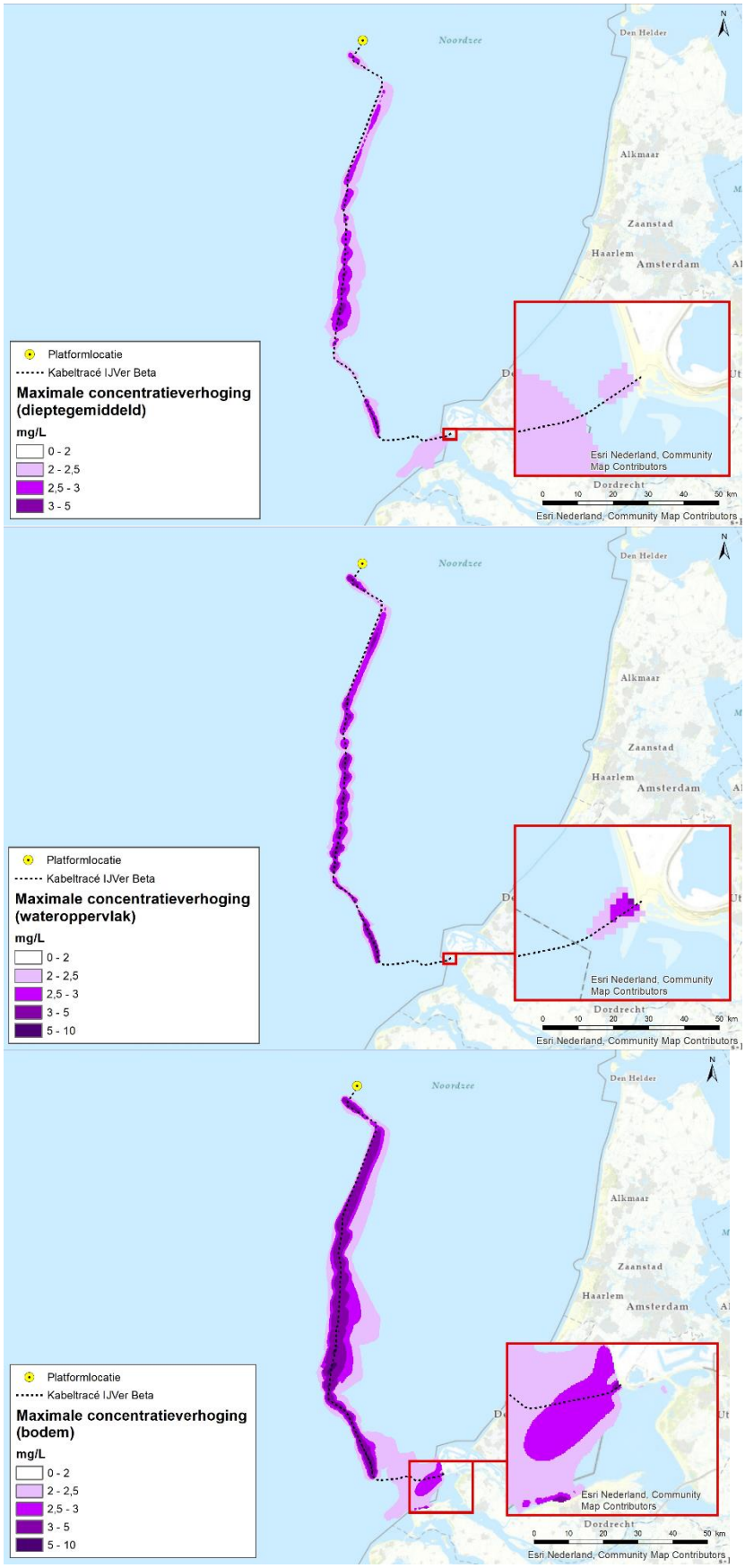
Modelstudies

Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de werkzaamheden gesimuleerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de (voornamelijk bagger-) werkzaamheden. Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie beschrijft deze studie.

In de slibmodelleerstudie zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het VKA-tracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is er in het model is aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het platform op zee (noordwest) en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen de kustzone en op zee. Daarnaast wordt in de studie gewerkt met een scenario, waarbij de aanleg in een korte periode wordt gedaan. De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid over een langere periode kunnen worden uitgevoerd, maar dat zal ten alle tijden leiden tot een lagere productie en daarmee lagere vertroebeling in het gebied. Om deze reden is in de slibmodelleerstudie aangenomen dat de hele aanleg van het VKA-tracé in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd als worst-case, gezien de productiesnelheid die de baggerschepen hebben.

In deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns). Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen.

In Figuur 89 wordt het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven.



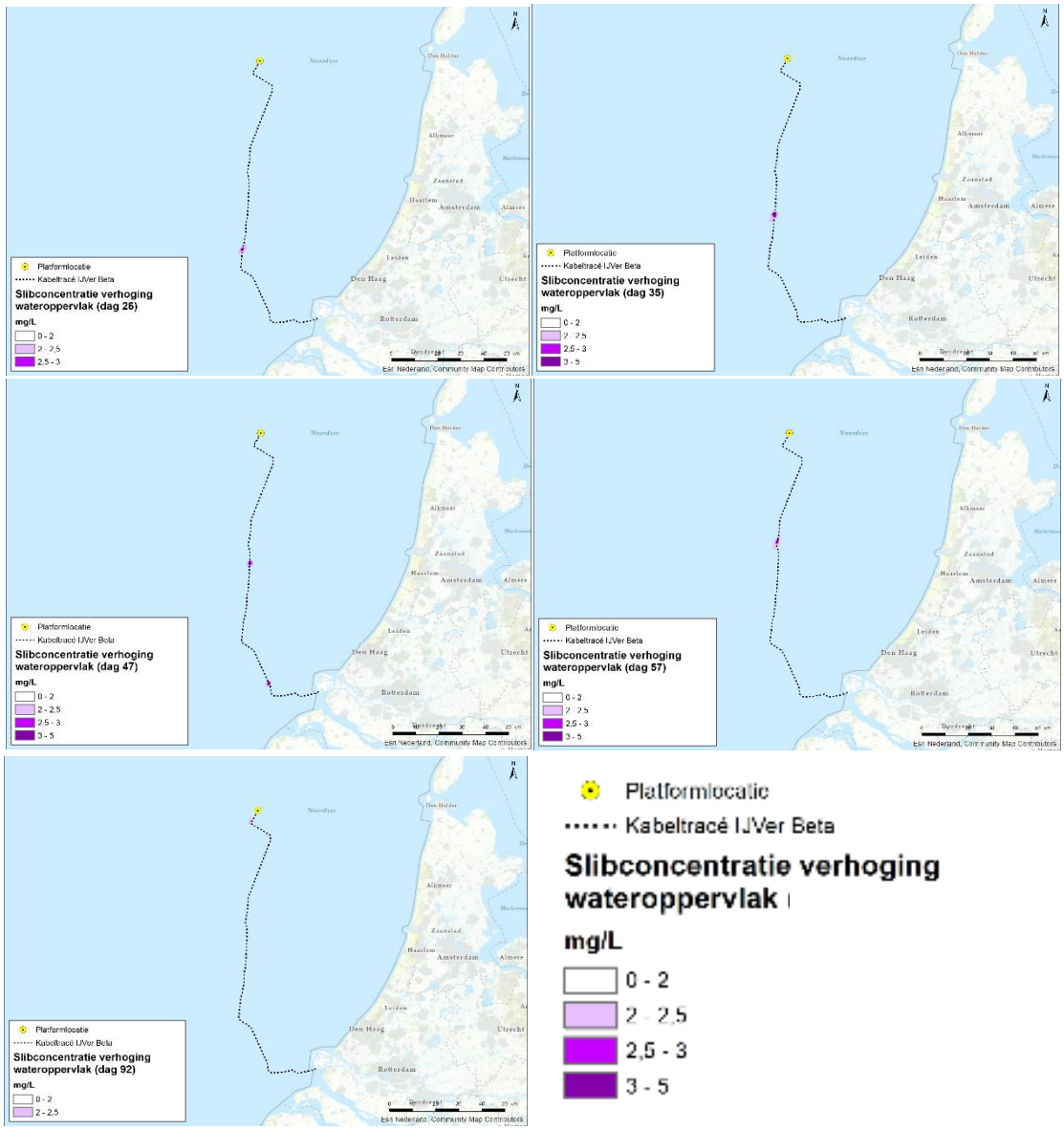
Figuur 89: Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor dieptegemiddeld (boven), wateroppervlak (midden) en bodem (onder) voor de (1x4)-kabelconfiguratie. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l).

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)

De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 89 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 90 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk. De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze 92 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling en sedimentatie wordt beschouwd. De dagen die in het onderstaande figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 57, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (92) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productie leiden en daarmee lagere vertroebeling. Op dag 57 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner zijn.

Uit deze figuren valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het VKA-tracé en neemt snelt af.
- De slibwolk met het grootste areaal wordt veroorzaakt door de bagger en voorploeg werkzaamheden rondom de Bruine Bank (zie dag 35, Figuur 90). Hierbij beweegt de wolk zich door de stroming kustwaarts en van de Bruine Bank af.
- Op dag 57 vindt de grootste overlap tussen de contouren van Natura 2000-gebied Bruine Bank en de slibwolk plaats. Ook op deze dag bevindt het grootste deel van de slibwolk zich buiten de Bruine Bank en beweegt de pluim zich naar het oosten.
- De maximale daggemiddelde en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging is niet hoger dan 5 mg/l.



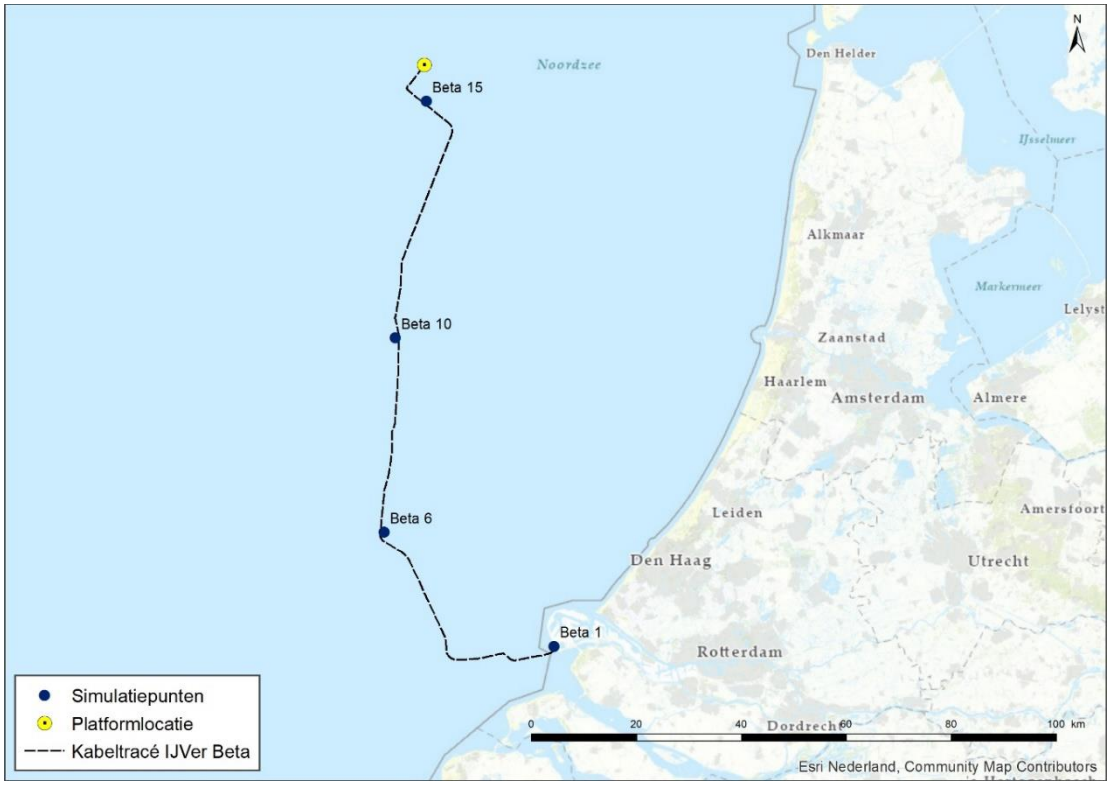
Figuur 90: Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 26, 35, 47, 57, en 92 voor de (1x4)-kabelconfiguratie.

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdsperspectief)

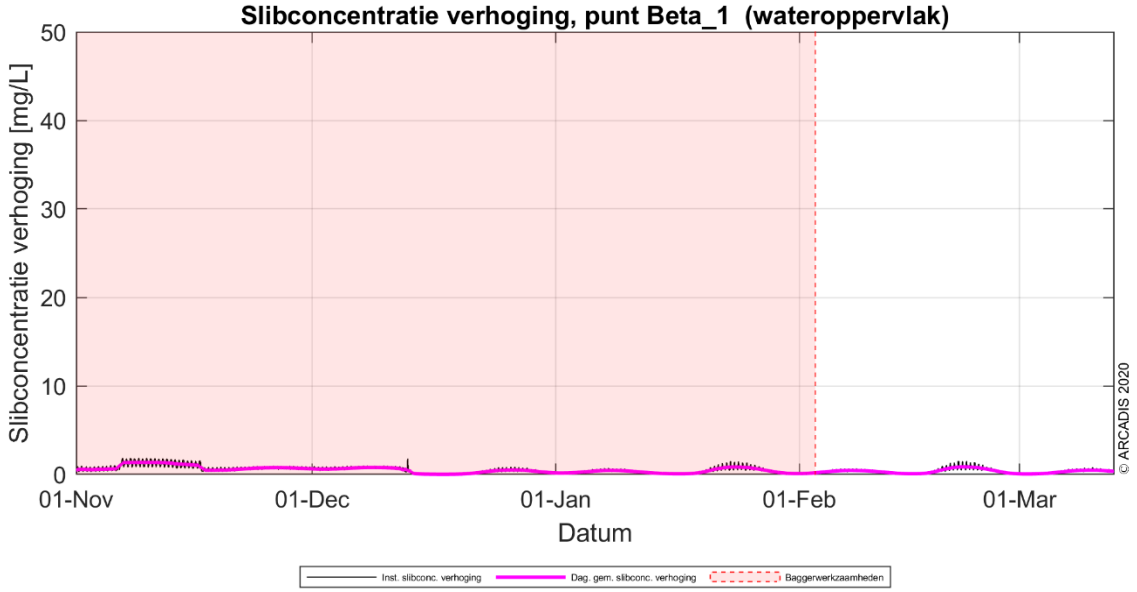
In de slibmodelleerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 91 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het VKA-tracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het VKA-tracé beschouwd.

In Figuur 92 tot en met Figuur 95 zijn de slibconcentraties aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten Beta 1, Beta 6, Beta 10 en Beta 15. De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10

minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven (92 dagen). Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven (in totaal 42 dagen).

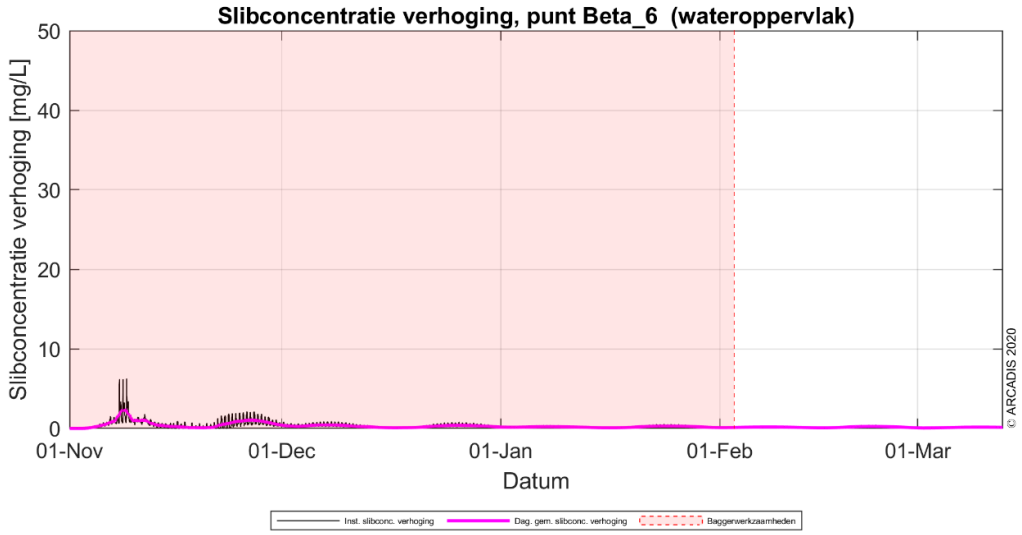


Figuur 91: Locaties punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd.



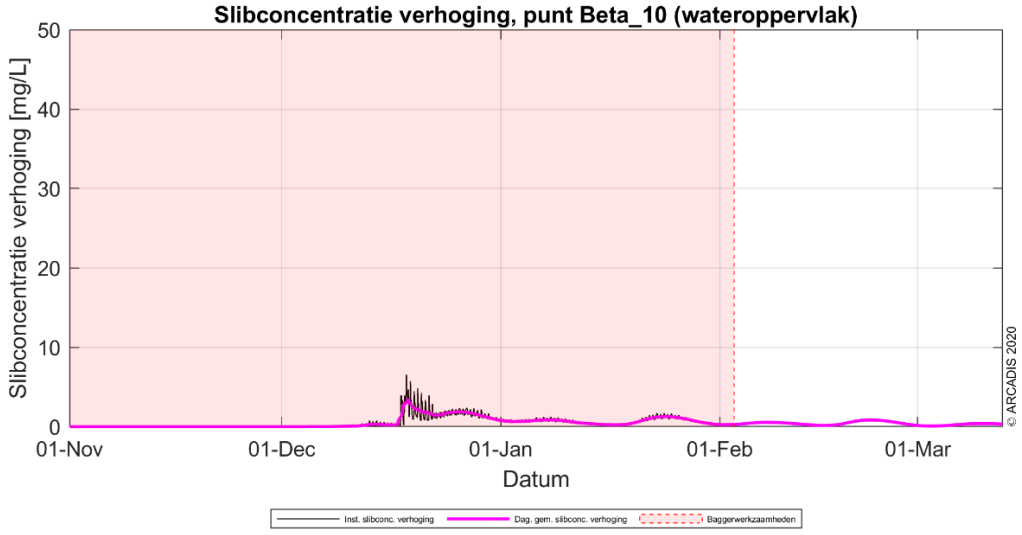
Figuur 92: Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1

Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 92. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (eerste 6 weken), maar neemt toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze omgeving.

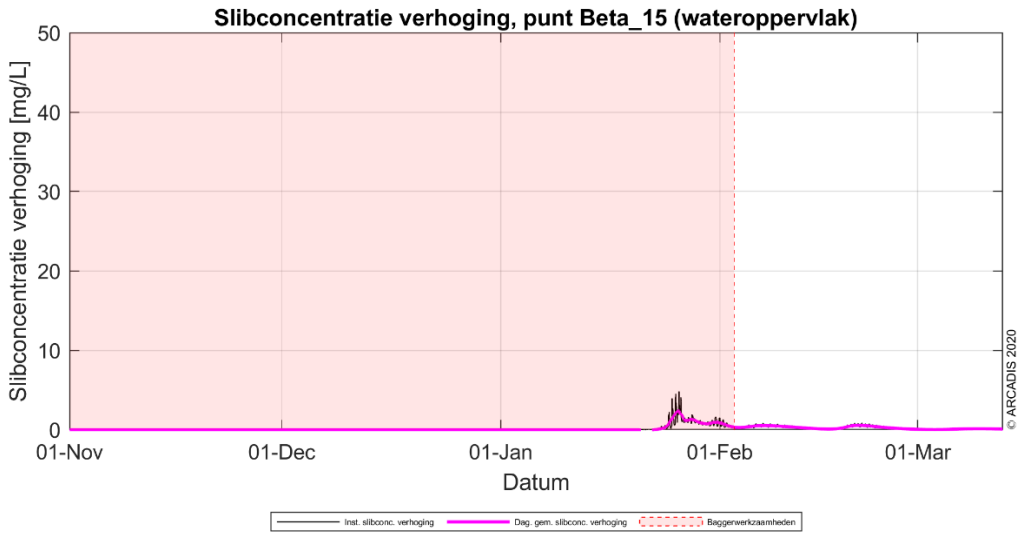


Figuur 93: Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6

Rond simulatiepunt 6 (ongeveer 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van minder dan 3 mg/l. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 88 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/l uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 0,5 mg/l.



Figuur 94: Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 10.



Figuur 95: Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 15.

Simulatiepunt 10 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 94. De werkzaamheden langs het VKA-tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot boven de 2 mg/l. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Ook noordelijker langs het VKA-tracé (nabij het platform) is hetzelfde patroon waar te nemen, waarbij tijdens het pre-sweepen van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie locatie Beta 15, Figuur 95). Vervolgens ligt de concentratie in korte tijd onder de 2 mg/l grens.

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 21.

Tabel 21: Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/l), kuststrook
jaarlijks gemiddeld	20-30
winter gemiddeld	30-100
zomer gemiddeld	10-20
gedurende kalm weer	5-10
na stormperiode	30-100

Bijlage B Veldwerkrapportages

Doel
Het doel van de uitgevoerde onderzoeken was na te gaan of de locaties nabij het VKA-tracé een betekenis hebben voor plant- en diersoorten die beschermd zijn volgens de Wet natuurbescherming.

De volgende soorten en soortgroepen zijn voornamelijk betrokken bij het onderzoek, omdat de locaties hiervoor op voorhand mogelijk een betekenis kan hebben als leefgebied of als groeiplaats:

- Flora (m.n. glad biggenkruid)
- Jaarrond beschermde nesten vogels
- Potentiële verblijfplaatsen vleermuizen
- Rugstreeppad
- Insecten (m.n. vlinders)

Werkwijze
Het onderzoek bestond uit veldbezoeken met een habitatgeschiktheidsbeoordeling, en gericht onderzoek naar beschermde soorten. Een habitatgeschiktheidsbeoordeling heeft plaatsgevonden om vast te stellen of het aannemelijk is dat onder de Wnb beschermde soorten voorkomen, gezien de aanwezige biotopen. In Tabel 22 is de verantwoording van de uitgevoerde onderzoeken opgenomen.

De soortinventarisatieprotocollen in het kader van de Wet natuurbescherming van Netwerk Groene Bureaus zijn zoveel mogelijk aangehouden, alsmede de Kennisdocumenten van BIJ12 (meest recente versies).

- Flora, vlinders (overige insecten): onder gunstige omstandigheden (zonnig, weinig wind, > 16 graden Celsius) tussen mei en eind juli. In ieder geval binnen de bloeitijd van glad biggenkruid.
- Jaarrond beschermde nesten vogels: maart, wanneer nesten goed te vinden zijn door weinig bladerdek
- Potentiële verblijfplaatsen vleermuizen: maart, wanneer boomholtes goed zichtbaar zijn
- Rugstreeppad: de soort wordt op basis van aanwezige biotopen verwacht op een aantal locaties. Er is 2x een avondronde uitgevoerd om te luisteren naar roep/koor activiteit van rugstreeppadden. Uitvoering: juli.

Tabel 22 Verantwoording veldbezoeken in 2020. In verband met privacy zijn de namen van de ecologen anoniem gemaakt.

Veldwerker	Datum	Tijd	Weer	Doelsoorten
Ecoloog 1	6-7-2020	23:00 – 01:00	17°C, ½ bewolkt, 3 Bft	• Rugstreeppad
	17-7-2020	09:00 – 14:00	24°C, ¾ bewolkt, 1 Bft	• Flora (m.n. glad biggenkruid) • Jaarrond beschermde nesten • Potentiële verblijfplaatsen vleermuizen • Rugstreeppad • Insecten (m.n. vlinders)
	19-7-2020	22:00 – 0:00	16°C, bewolkt, 3 Bft	• Rugstreeppad

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer
30069169

Datum
12-11-2021

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

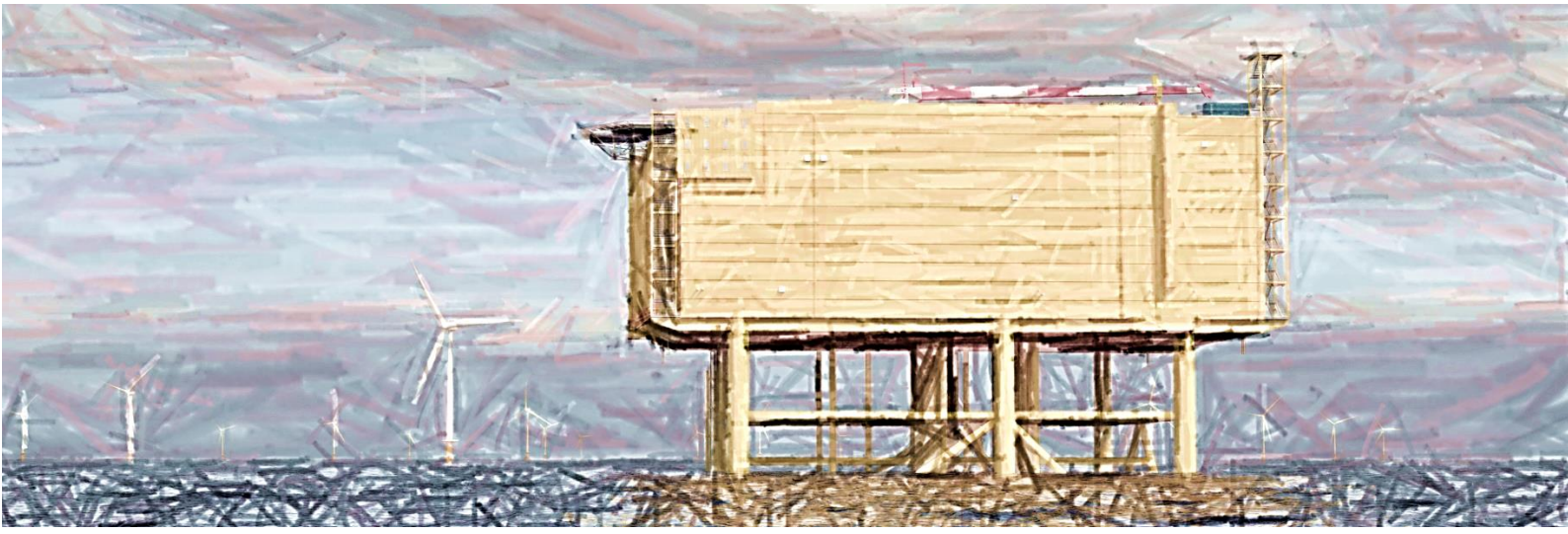
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage VII-C Watertoetsen



Datum: 12-11-2021
Versienummer: 2.0
Status: Definitief

In opdracht van:

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Duurzame energie 5
1.2.1 Redenen 5
1.2.2 Routekaart 2023 5
1.2.3 Routekaart 2030 6
1.3 Net op zee IJmuiden Ver Beta 8
1.4 Doelstelling Watertoets 8
1.5 Leeswijzer 9
2 Voorgenomen activiteit 10
2.1 Overzicht 10
2.2 Platform op zee 11
2.2.1 Locatie platform 11
2.2.2 Ontwerp 12
2.2.3 Voorbereiding 13
2.2.4 Aanleg 14
2.2.5 Gebruik en onderhoud 18
2.2.6 Faciliteiten 19
2.2.7 Afwatering en toiletsystemen 19
2.2.8 Verlichtingsplan 20
2.2.9 Veiligheidsplan 20
2.2.10 Verwijdering 21
2.3 Kabels op zee 21
2.3.1 Route kabels 21
2.3.2 Ontwerp kabels op zee 21
2.3.3 Corridor 22
2.3.4 Kabeldiepgang 23
2.3.5 Aanleg kabels 24
2.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen 27
2.3.7 Gebruik en onderhoud 28
2.3.8 Verwijdering 28
2.4 Kabelverbindingen 28

2.4.1 Moflocaties (op zee) 29
2.4.2 Verbindingsmof (overgang zee/land) 29
2.5 Planning 29
3 Afbakening 32
3.1 Inleiding 32
3.2 Vertroebeling 32
3.3 Sedimentatie 34
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 36
3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid 37
3.6 Bovenwaterverstoring op zee 38
3.6.1 Door geluid en visuele verstoring 38
3.6.2 Verstoring door licht 40
3.7 Habitataantasting 42
3.8 Elektromagnetische velden 42
3.8.1 Elektromagnetische velden op zee 42
3.9 Verontreiniging op zee 48
3.10 Warmteontwikkeling 48
3.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 49
4 Kaderrichtlijn mariene strategie 51
4.1 Wet- en regelgeving 51
4.1.1 Inleiding 51
4.1.2 D1. Biologische diversiteit 51
4.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten) 53
4.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren 53
4.1.5 D4. Voedselwebben 53
4.1.6 D5. Eutrofiëring 54
4.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem 55
4.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen 55
4.1.9 D8. Vervuilende stoffen 56
4.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten 56
4.1.11 D10. Zwerfvuil 56
4.1.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid 57
4.2 Effectbepaling 58
4.2.1 Inleiding 58
4.2.2 Vertroebeling 59
4.2.3 Sedimentatie 71

4.2.4 Verstoring door continu onderwatergeluid 72
4.2.5 Verstoring door impuls-onderwatergeluid 72
4.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht 78
4.2.7 Habitataantasting en verandering 83
4.2.8 Elektromagnetische velden 84
4.3 Toetsing 87
4.3.1 Inleiding 87
4.3.2 D1. Biologische diversiteit 87
4.3.3 D2. Niet-inheemse soorten 89
4.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren 90
4.3.5 D4. Voedselwebben 90
4.3.6 D5. Eutrofiëring 90
4.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem 90
4.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen 90
4.3.9 D8. Vervuilende stoffen 91
4.3.10 D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten 91
4.3.11 D10. Zwerfvuil 91
4.3.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid 91
4.4 Conclusie 92
5 Kaderrichtlijn water 93
5.1 Wet- en regelgeving 93
5.1.1 Inleiding 93
5.1.2 Chemische kwaliteit 94
5.1.3 Ecologische kwaliteit 94
5.2 Betrokken KRW-waterlichamen 96
5.2.1 KRW-doelstellingen 99
5.3 Effectbepaling 103
5.3.1 Inleiding 103
5.3.2 Vertroebeling 104
5.3.3 Sedimentatie 109
5.3.4 Habitataantasting 109
5.3.5 Elektromagnetische velden 110
5.4 Toetsing 111
5.4.1 Inleiding 111
5.4.2 Toetsingskader deel 1 113
5.4.3 Toetsingskader deel 3 114

5.4.4 KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust 114
5.4.5 KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) 115
5.4.6 Hollandse kust (kustwater) 116
5.4.7 Haringvliet-west 117
5.5 Conclusie 118
6 Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren 119
6.1 Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 119
6.2 Effectbepaling 120
6.2.1 Verdroging 120
6.3 Toetsing 121
6.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste 121
6.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen 121
6.4 Conclusie 121
7 Referenties 122
Colofon 128

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie paragraaf 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat voor 2030 windparken in verschillende windenergiegebieden op zee worden gebouwd en aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de Routekaart windenergie op zee 2030.

Na afronding van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta is in totaal 4 GW vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Met het project Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt 2 GW aangesloten. Door de minister van EZK is gekozen voor aansluiting op hoogspanningsstation Amaliahaven op de Maasvlakte. De afvoer van de andere 2 GW is beschouwd in het project Net op zee IJmuiden Ver Beta. Hier wordt aangesloten op hoogspanningsstation Borssele.

Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt in dit document getoetst aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW), Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW), gezamenlijk de Watertoets genoemd. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt een aparte Watertoets opgesteld.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO_2. Te veel CO_2 is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO_2-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Sociaal-Economische Raad, 2013), de daaropvolgende Energiedialoog (Energiedialoog, 2016) en de Energieagenda (Kamerstuk 31510, 2016) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het regeerakkoord van 2017 bouwt hierop voort (Rijksoverheid, 2017).

1.2.2 Routekaart 2023

In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5

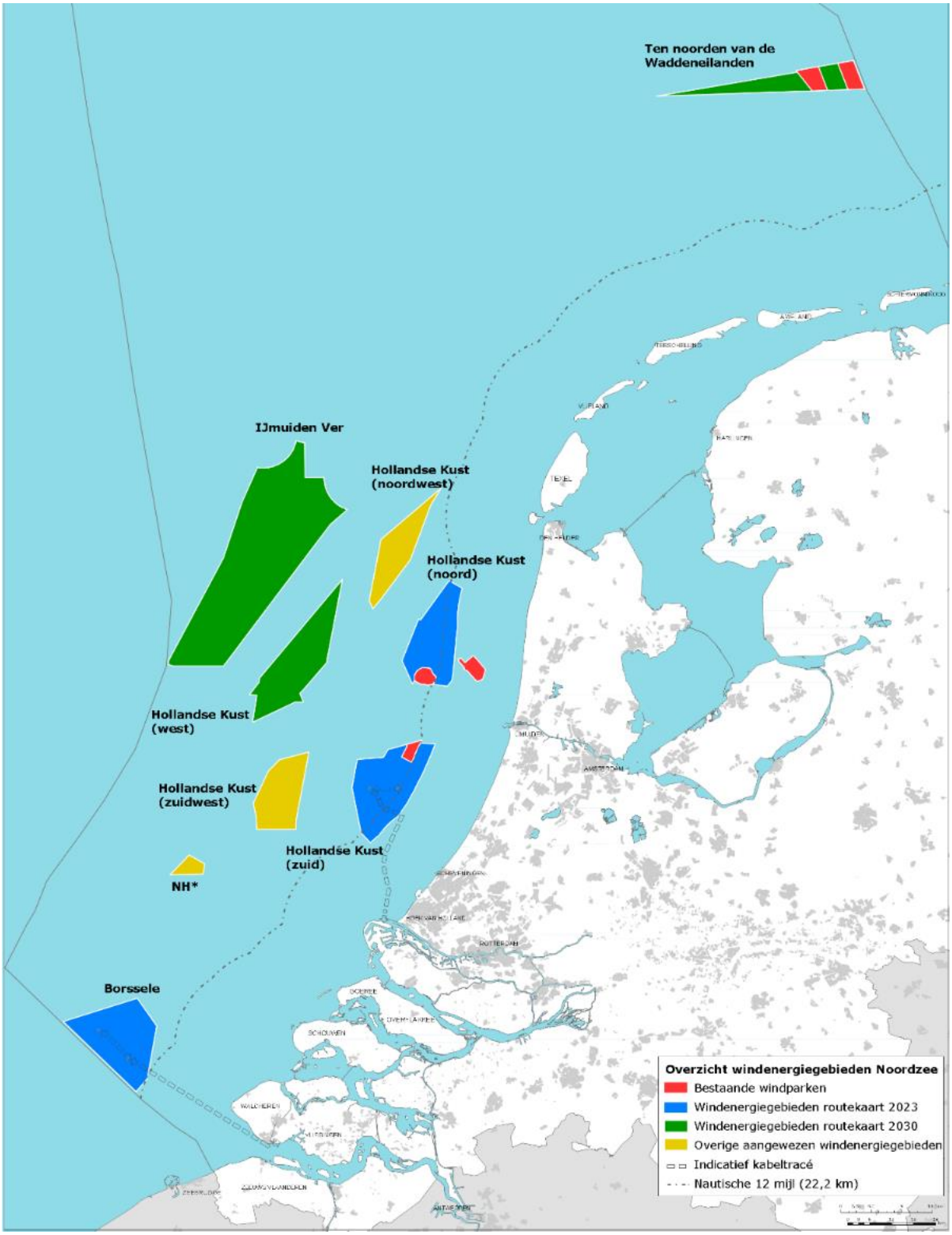
gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 laat zien dat er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd en in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I t/m IV. Het windpark in Borssele is in gebruik.

1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe Routekaart windenergie op zee 2030 (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord van 2017 bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO_2-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030. Rekening houdend met de bestaande windparken (ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de Routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en windenergiegebied IJmuiden Ver.

De reden om een Routekaart windenergie op zee 2030 op te stellen was tweeledig. Allereerst is continuïteit in de realisatie van windenergie op zee belangrijk voor het tijdig halen van de bovengenoemde opgave. Om in 2024 of 2025 het eerste windpark in gebruik te kunnen nemen, is het noodzakelijk om in 2021 voor de betreffende kavel(s) een tender uit te schrijven. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1 weergegeven.



*Figuur 1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de Routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de Routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel); *NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder* (ministerie van EZK, 2018).

1.3 Net op zee IJmuiden Ver Beta

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee.

TenneT is voornemens om twee netaansluitingen te realiseren die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta is één van deze twee verbindingen. Een overzicht van het VKA is weergegeven in *Figuur 2*.



Figuur 2 Boven: overzichtskaart VKA-tracé Net op zee IJmuiden Ver Beta op zee inclusief locatie van het platform. Onder: Ingezoomde kaart van het VKA-tracé inclusief werkterrein, in/uittredepunten en het converterstation

1.4 Doelstelling Watertoets

Voorliggende rapportage betreft een toetsing van de geplande activiteiten aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie, de Kaderrichtlijn Water en het Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren. Behalve deze toetsen is er binnen dit project ook getoetst aan

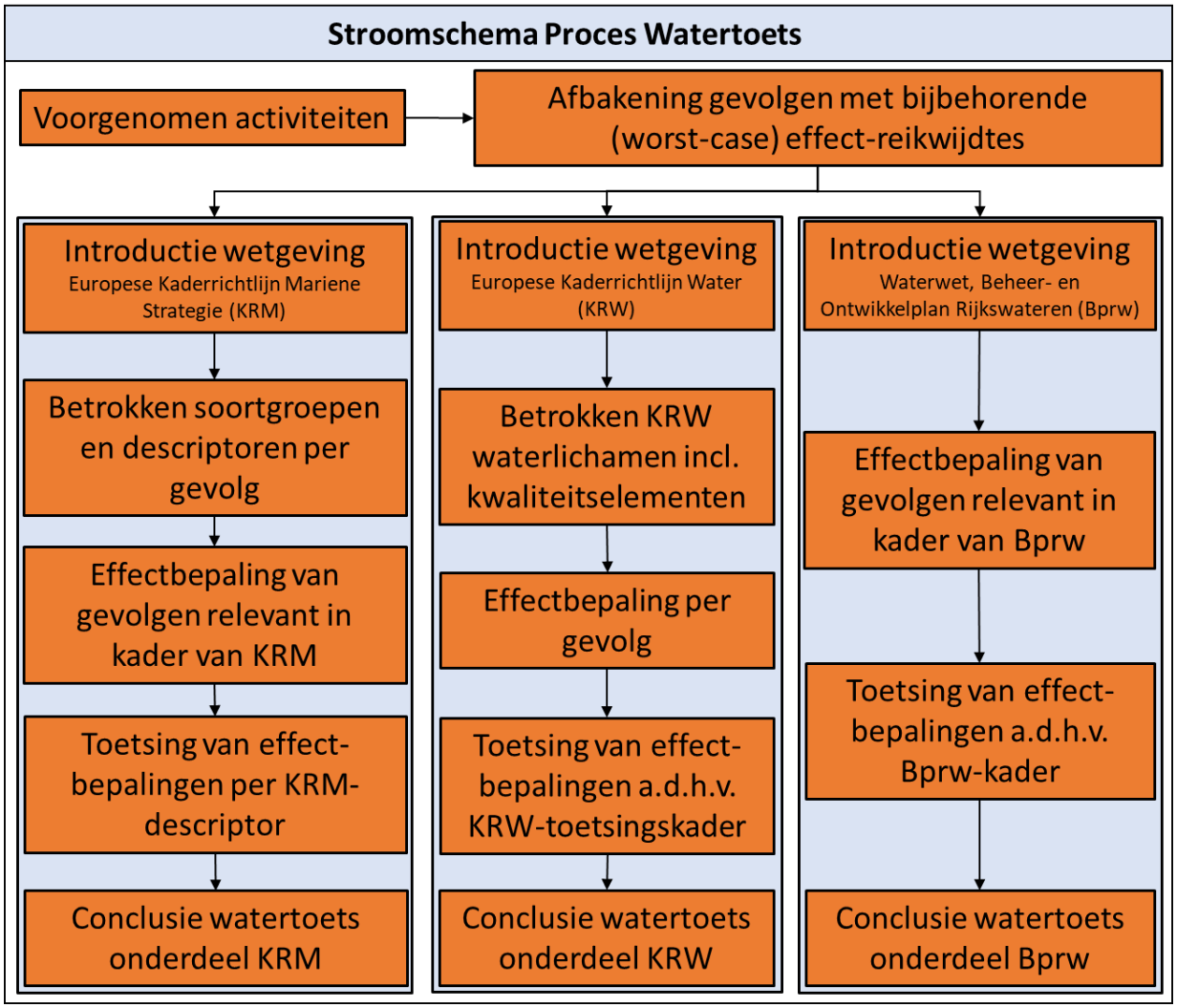
- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (MER bijlage VII-A).
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortbescherming (MER bijlage VII-B).
- Natuurnetwerk Nederland (MER bijlage VIII-A).

Voor deze toetsen zijn aparte documenten opgesteld.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een beschrijving gegeven van de voorgenomen activiteit; het aanleggen van het platform en de kabels op zee. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht dienen te worden. In hoofdstuk 4 wordt getoetst aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. In hoofdstuk 5 wordt getoetst aan de Kaderrichtlijn Water. In hoofdstuk 6 wordt getoetst aan het Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren. In hoofdstuk 7 zijn ten slotte de gebruikte (literatuur)bronnen vermeld.

Het proces dat doorlopen wordt in deze watertoets is visueel weergeven in de vorm van een stroomschema in Figuur 3.



Figuur 3 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen in deze watertoets.

2 Voorgenomen activiteit

2.1 Overzicht

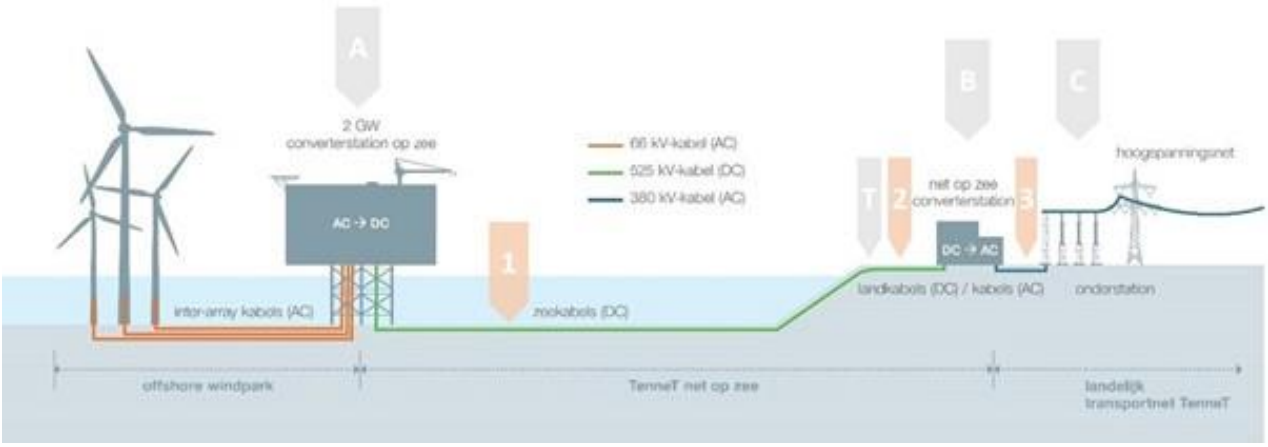
In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de voorgenomen activiteiten kunnen veranderen. Er is in deze activiteitenbeschrijving uitgegaan van een worst-case scenario. Het Net op zee IJmuiden Ver Beta loopt van het platform IJmuiden Ver Beta in windenergiegebied IJmuiden Ver via kabels (gelijkspanning) in de zeebodem en op land naar een converterstation op de Tweede Maasvlakte tot aan een nieuw te realiseren 380kV-hoogspanningsstation op de Maasvlakte (station Amaliahaven). Het platform, de kabels (zowel op zee als op land) en het converterstation zijn onderdeel van het project, het nieuwe hoogspanningsstation niet. De platformlocatie en het VKA-tracé op zee en land van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn te zien op *Figuur 2* (in hoofdstuk 1).

In de activiteitenbeschrijving en de verdere toetsing wordt ingegaan op de aanleg, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen. Per effect wordt aangegeven welke fase beoordeeld wordt en als meest verstorend (worst-case) wordt gezien. Omdat de aanleg- en gebruiksfase meer verstoring geven dan de verwijderfase is deze laatste niet of zeer beperkt in dit hoofdstuk omschreven.

Wanneer in deze watertoets gesproken wordt over de voorgenomen activiteit op Net op zee IJmuiden Ver Beta (of over het VKA-tracé), dan omvat dit de onderstaande onderdelen die zijn uitgetekend in Figuur 4:

- Een platform op zee met een converterstation voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom[1] (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom[2] (A).
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom (1).

Onder Figuur 4 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De aanlegwijze per onderdeel wordt in de paragrafen hierna toegelicht.



Figuur 4 Overzicht van Net op zee IJmuiden Ver Beta

[1] Ook wel Alternating Current (AC) genoemd.
[2] Ook wel Direct Current (DC) genoemd.

Platform op zee (A)
Het platform vormt de interface tussen het kabelsysteem van het windpark en het kabelsysteem op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de interface vormt waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. Het platform op zee heeft een transportcapaciteit van 2000 MW.

Kabelsysteem voor de aanlanding op het landnetwerk (525 kV) (DC)
Het kabelsysteem op zee verbindt het platform met het converterstation op land. Het kabelsysteem op zee is een 525kV-gelijkstroomkabel van het platform tot de verbindingsmof voor de land-waterconnectie (1).

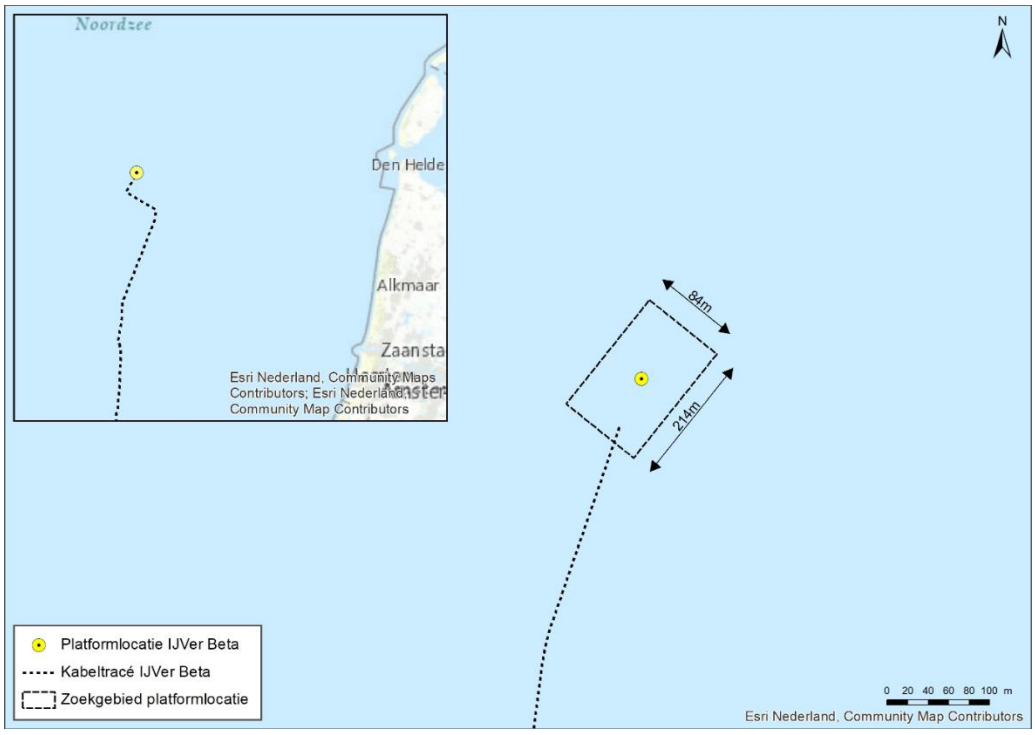
2.2 Platform op zee

Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen op zee naar land Op het platform is een converterstation aanwezig. Het converterstation op het platform vormt de interface waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform (februari 2021) weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst-case maxima.

De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver worden aangesloten op het platform van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Beta.

2.2.1 Locatie platform

De locatie van platform IJmuiden Ver Beta is te zien in Figuur 5.



Figuur 5 Platformlocatie van IJmuiden Ver Beta

2.2.2 Ontwerp

Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen. De vier onderdelen zijn:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De draagconstructie, ofwel de jacket (met heipalen of suction buckets).
- Funderingspalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond de jacket.

In Figuur 6 is een artist impression van het ontwerp van een DC-converterstation van 2 GW voor een offshore platform te zien. De belangrijkste uitgangspunten voor de elementen van het ontwerp zijn:

- Het platform bevat alle systemen (hoogspanning, nood, secundair en veiligheid) die nodig zijn om de benodigde 2 GW te transporteren.
- Het platform bevat een converterstation, waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden.
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform wordt tijdelijk bemand, met modulaire woonruimten.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.
- Toegang tot het platform geschiedt per helikopter en boot.
- De plaatsing van stenen rond de basis van de mantel. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen en om de kabels te beschermen tegen langere vrije overspanningen en de impact van trillingen.



Figuur 6 Artist impression van het concept van 2 GW DC platform op zee

Hoewel het ontwerp gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp van de draagconstructie:

- Waterdiepte op locatie zal bepalend zijn voor de afmetingen van de draagconstructie.
- Bodemcondities zijn bepalend voor de afmetingen van de funderingspalen.
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang en samenstelling van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal steunpoten.

Het windpark is verbonden met het platform via 66kV-zeekabels die via J-tubes het platform binnenkomen. De kabeluiteinden zijn verbonden met de 66kV-GIS-baaien (gasgeïsoleerde schakelinstallaties). Van daaruit wordt de spanning verhoogd naar 525kV-wisselstroom (AC) waarna deze wordt omgezet naar 525kV-gelijkstroom (DC).

Er zijn twee opties voor het type fundatie van het platform:

- Jacket met heipalen.
- Suction buckets.

Beide methoden worden meegenomen en toegelicht.

De draagconstructie zal voor elk type fundering 20-23 meter boven het water uitkomen. De bovenbouw (topside) is circa 80 x 110 meter (inclusief windconnector-readiness). De hoogte is circa 45 m. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck, meteomast en verblijfsruimten.

Het oppervlak bodembescherming (voor alle fundatiemethoden) is circa 15.000 m^2. Op dit moment wordt er nog geen specifieke steensoort ‘voorgeschreven’ vanuit nature inclusive design (NID) voor de bodembescherming en wordt er vooral gekeken (vanuit NID) naar het plaatsen van additionele structuren in de nabijheid van het platform.

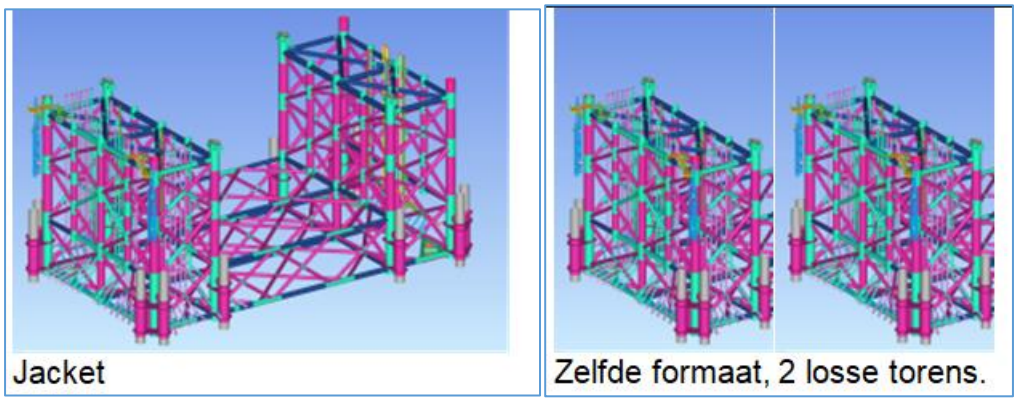
2.2.3 Voorbereiding

Voorafgaande aan de installatie worden verschillende locatie onderzoeken uitgevoerd, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering (“*cone penetration test*”) per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd om de omvang van de erosiebescherming (steenbestorting) te bepalen. Gebaseerd op ditzelfde onderzoek voor Borssele en Hollandse Kust (zuid) is de verwachting dat deze bescherming hier nodig is. Worst-case is dat in de vorm van een grindlaag en daarop stenen tot 20 meter rondom het platform en tot 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels vanuit het platform met zakken stenen (rock-bags). Vanaf 100 meter van het platform worden de kabels ‘normaal’ begraven. In de directe omgeving van de erosiebescherming voor het platform kunnen enkele extra erosiebeschermingsstroken worden geplaatst om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken, die gebruikt kunnen worden om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen.

2.2.4 Aanleg

Bij de aanleg zal transport met boot en helikopter plaatsvinden. In de aanlegfase zal er, gedurende een jaar, ongeveer één helikoptervlucht per dag plaatsvinden.

Jacket met heipalen
Voor het ontwerp van de jacket zijn er de mogelijkheden van een “één jacket” en een “split-jacket” design (zie Figuur 7).



Figuur 7 De verschillende mogelijkheden voor het jacket - links "één jacket", en rechts "split-jacket".

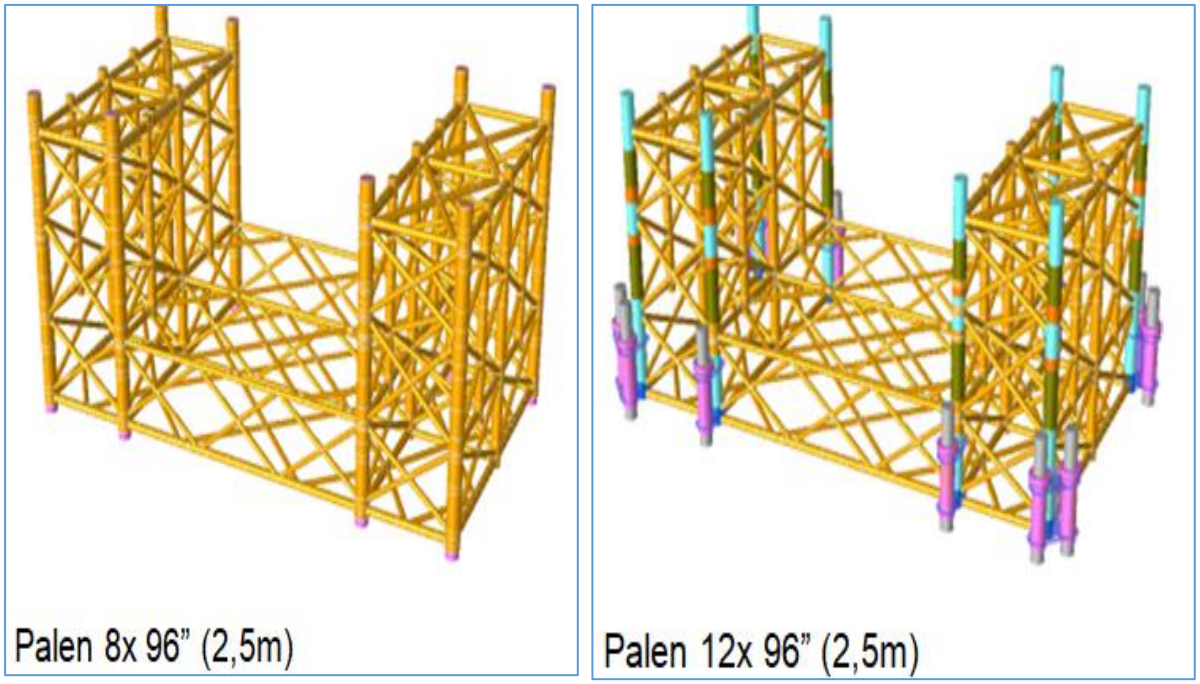
Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger (“*dredging plough*” or “*suction hopper dredger*”). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond de jacket moet voorkomen. Dit duurt, afhankelijk van het weer circa 2 of 3 weken.

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket wordt vervolgens op een transportbak (“*barge*”) naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer een dag per paal. De palen worden daarna vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem wordt verankerd. De installatie van de jacket duurt ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. Het plaatsen van de jacket gebeurt door een kraanschip met 54.000 kW vermogen. Dit kraanschip is naar verwachting 168 uur bezig en draait tijdens de werkzaamheden op 50% belasting. Daarnaast worden er twee sleepboten ingezet voor 48 uur, met 14.000 kW vermogen, welke draaien op 20% belasting.

Van de verschillende funderingsopties wordt bij een stalen jacket waar geheid wordt het meeste geluid geproduceerd. Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt er gekozen tussen een constructie met 8, 12 of 16 palen met een diameter van 2,5 meter per stuk en een wanddikte van 60-80 mm. De heipalen worden in de worst-case 60 meter diep de bodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.000 kJ. Waarschijnlijk wordt een heihamer gebruikt van het type IHC S-2500 of vergelijkbaar. De draagconstructie van het platform in het geval van een jacket met 8 of 12 palen is weergegeven in Figuur 8. In deze toets wordt voor een jacket uitgegaan van een worst-case scenario waarin 16 palen worden gebruikt voor de jacket met een diameter van 2,5 meter per stuk die 60

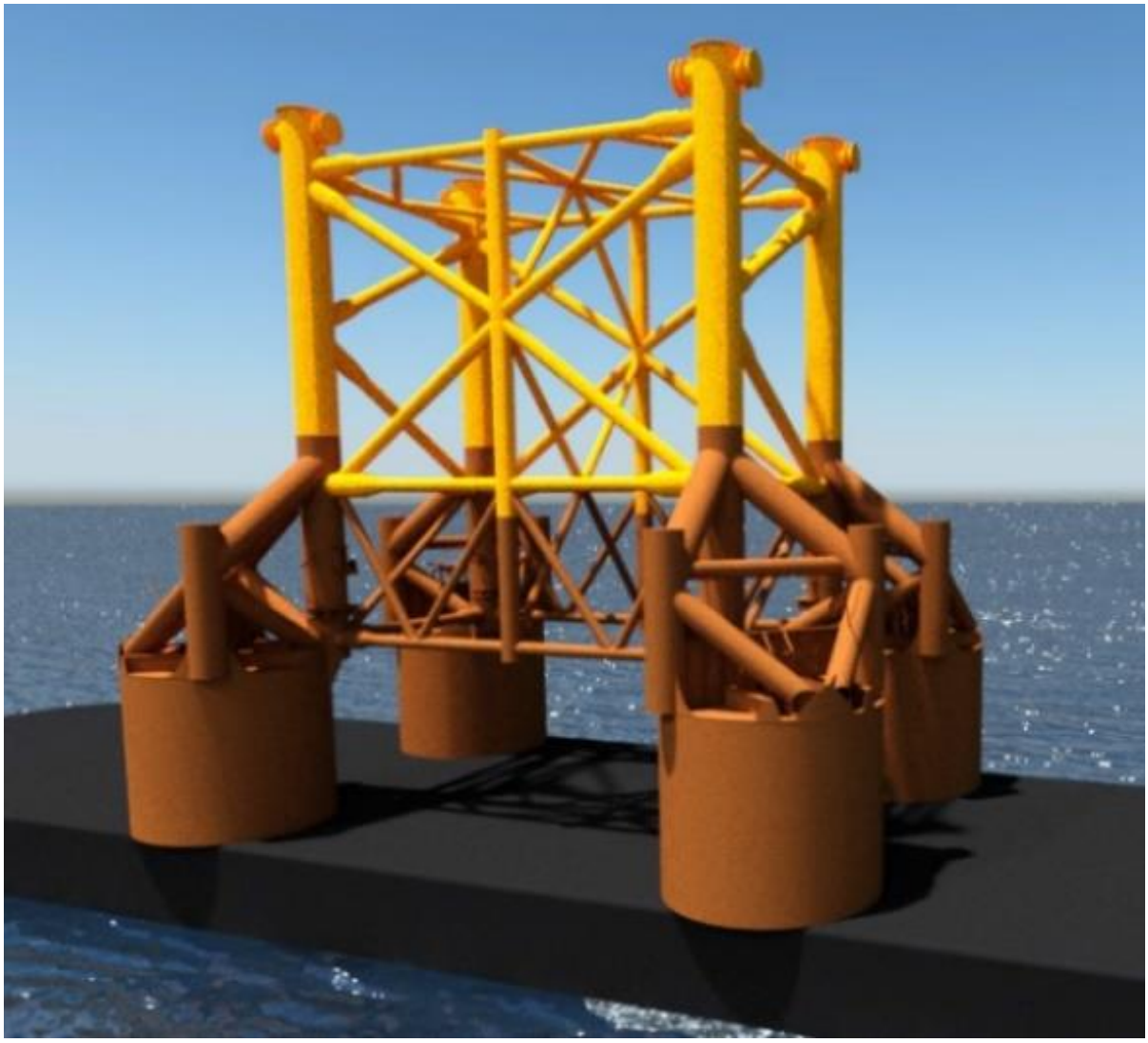
meter diep de bodem worden ingebracht. De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Worst-case wordt er 1 dag geheid per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig.



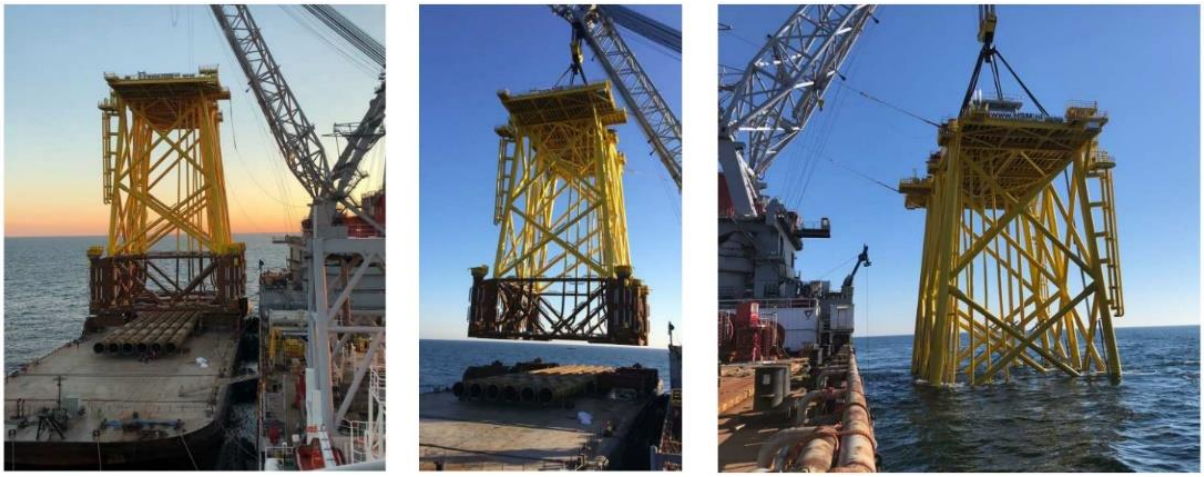
Figuur 8 Verschillende mogelijkheden voor de jacket. Links geeft de optie met 8 palen weer, 60 meter diep. Rechts de optie met 12 palen, 50 meter diep

Jacket met suction buckets

Bij een jacket met suction buckets zal de fundering waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van circa 8 meter. Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 9. Het totaal oppervlak van de fundering is circa 400 m^2. De jacket wordt op het zeebed gezet waarna het water wordt weggepompt uit de buckets. Hierdoor ontstaat een onderdruk en worden de buckets als het ware het zeebed ingezogen. De buckets gaan 6 tot 8 meter de zeebodem in. De tijdsduur voor het installeren van de draagconstructie is 2 tot 3 dagen. Bouw en installatie zijn gelijk aan stalen jacket maar zonder het heien. In Figuur 10 is een impressie van het plaatsen van een jacket weergegeven.



Figuur 9 Impressie van een jacket met suction buckets



Figuur 10 Impressie van het plaatsen van de jacket

Element op en rondom de jacket

TenneT is op dit moment bezig met het opstellen van een standaard aanpak voor building with nature rondom platformen. Rondom de jacket zal daarom een combinatie van de volgende maatregelen gerealiseerd worden:

- Vishotels aan de jacket.
- Grotere stenen op de steenbestorting en/of rondom het platform.
- Rifelementen op de steenbestorting en/of rondom het platform.

Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Impressie van building with nature elementen rondom een platform op zee

Topside

Als volgende stap in de aanleg van het platform wordt de topside geïnstalleerd. Ook de constructie van de topside van het platform vindt plaats op land. De topside wordt door middel van een transportbak (barge) naar de uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op de jacket plaatsen, zie Figuur 12. Een alternatieve methode is dat de topside over de jacket vaart en vervolgens de transportbak laat zakken, waardoor de topside op de jacket zakt. Om deze methode mogelijk te maken zal de jacket hierop ontworpen moeten worden. Vervolgens zal de topside aan de jacket worden vastgelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat het jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform ("*jack-up barge*") naast het platform worden geplaatst voor ongeveer achttien maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. De steunpoten van het werkplatform worden geplaatst op de eerdergenoemde erosiebeschermingsstroken.



Figuur 12 Plaatsen van de topside door middel van een kraan (drie afbeeldingen links) of door deze over het jacket te varen (foto rechts)

Vaarbewegingen
Voor de aanleg van het platform zijn een aantal vaarbewegingen nodig. Deze staan weergegeven in *Tabel 2-1*.

Tabel 2-1: Vaarbewegingen voor de aanleg van het platform op zee.

Activiteit	Type schip	Vaarbeweging
Aanbrengen stortsteen t.b.v. platform	Fall pipe vessel	2x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Installeren	Jack up barge	1x retour vanuit Haven Rotterdam

2.2.5 Gebruik en onderhoud

Gedurende de gebruiksfase van het platform is regulier (gepland) onderhoud vereist. Hierbij worden de systemen van het platform algemeen onderhouden, ook kan groter onderhoud aan systemen plaatsvinden binnen dit geplande onderhoud wanneer dit nodig is. Bij storingen of defecten van systemen kan daarnaast ook ongepland onderhoud vereist zijn. De uitgangspunten omtrent onderhoud die in dit document worden aangehouden zijn worst-case, in praktijk is het aannemelijk dat de duur, frequentie en inzet van materieel lager is.

Regulier onderhoud gebeurt jaarlijks en neemt ongeveer drie weken in beslag. Tijdens deze periode worden 48 personeelsleden ingezet op het platform, zij worden naar alle waarschijnlijkheid middels een helikopter naar het platform getransporteerd. Hiervoor zijn ca. 33 helikopter vluchten vereist, voor materieel en andere benodigdheden zijn er daarnaast 4 vaarten met een (bevoorradings-) schip vereist. In de onwaarschijnlijke situatie dat personeel toch hoofdzakelijk met een schip naar het platform wordt gebracht wordt het aantal helikopter vluchten verlaagt naar 3 tot 8. Het aantal vaarten met een (bevoorradings- of crewtransfer-) schip wordt verhoogd naar ca. 29. De inzet van een schip voor het personeel leidt echter tot een groot verlies in tijd en flexibiliteit, hierdoor is de keuze voor deze optie in praktijk niet aannemelijk.

Ongepland onderhoud is worst-case vier keer per jaar nodig, de inschatting is dat elk ongepland onderhoud twee dagen in beslag neemt. Voor het verhelpen van storingen en defecten is snelheid van belang, om deze reden wordt een helikopter ingezet om enkele personeelsleden naar het platform te transporteren. Er zijn twee vluchten vereist per ongepland onderhoud. Er is geen inzet van schepen tijdens ongepland onderhoud.

Gedurende de levensduur wordt de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

2.2.6 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopter deck. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de bemanning in de verblijfsruimte in containers op het bovendek. Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 96 mensen. Gedurende regulier onderhoud verblijven er 48 mensen. Een impressie van de verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13 Impressie van de living quarters (48 persoons single cabin, 96 persoons double cabin)

2.2.7 Afwatering en toiletsystemen

Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, in zee geloosd worden. Voor hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in de vuilwatertank. Voor schoonmaakwerkzaamheden wordt water uit de drinkwatertank gebruikt. Het platform wordt gereinigd met hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een deckwash zal ongeveer 30 m^3 aan water worden gebruikt.
Er zijn op twee plekken toiletten op het platform:

- In de Modular Living Quarter (MLQ).
- In het permanente gedeelte van het platform.

In de MLQ zal dat bestaan uit normale toiletten en een sewage plant (zuiveringsinstallatie). De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. In het permanente gedeelte van het platform

komen verbrandingstoiletten en urinoirs. De sewage plant zal ongeveer 10m^3/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan.

Het meeste van die 10m^3/dag zal na verwerking worden geloosd in zee en een kleine hoeveelheid in de 'sludge tank' belanden. Deze wordt wanneer deze vol is geleegd door een offshore support schip. De verbrandingstoiletten 'verbranden' de vaste uitwerpselen en urine.

Het afvalwater van de toiletten wordt alleen gezuiverd bij gepland onderhoud. Tijdens ongepland onderhoud kan er gebruik gemaakt worden van de verbrandingstoiletten. Daardoor hoeft de zuiveringsinstallatie bij ongepland onderhoud niet aangezet te worden. Daarnaast is er een afvalwater tank van 20m³ toegevoegd aan het platform. Deze wordt gebruikt voor ongepland onderhoud tezamen met de verbrandingstoiletten. De afvalwater tank kan gedemobiliseerd worden. De inhoud van de afvalwater tank wordt niet geloosd.

2.2.8 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt a.d.h.v. de wettelijke richtlijnen waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO) ter beoordeling.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.

2.2.9 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden. Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.
In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met

scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren twee permanente dieselgeneratoren (circa 0,5-1,5 MW per stuk) het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd. Hierdoor zal een black-out niet leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

De dieselgeneratoren en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olielekkage naar zee te voorkomen. Op plekken waar olie kan lekken wordt dit opgevangen en via een olie-waterafscheider behandeld. In het geval er dan olie aanwezig is, wordt dit opgeslagen in een tank. In het geval er na de olie-waterscheiding geen olie aanwezig blijkt te zijn, gaat dit over boord. Water dat op de open dekken komt, gaat direct over boord.

Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformatorkamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

2.2.10 Verwijdering

De levensduur van het platform is tenminste 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving, blijven de funderingen deels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Mogelijk krijgen ze nog een andere functie. Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soortgelijke methode. Bij verwijdering van de jacket worden de palen minimaal 6 meter onder de zeebodem verwijderd. Gezien werkzaamheden als heien niet vereist zijn voor de verwijdering van het platform wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case worden daarom de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.3 Kabels op zee

2.3.1 Route kabels

Het VKA-tracé op zee loopt van het platform tot de verbindingsmof met de landkabels op het strand bij de Maasvlakte zie *Figuur 2* in hoofdstuk 1. Het gehele VKA-tracé op zee bestaat uit gebundelde 525kV-gelijkstroomkabels.

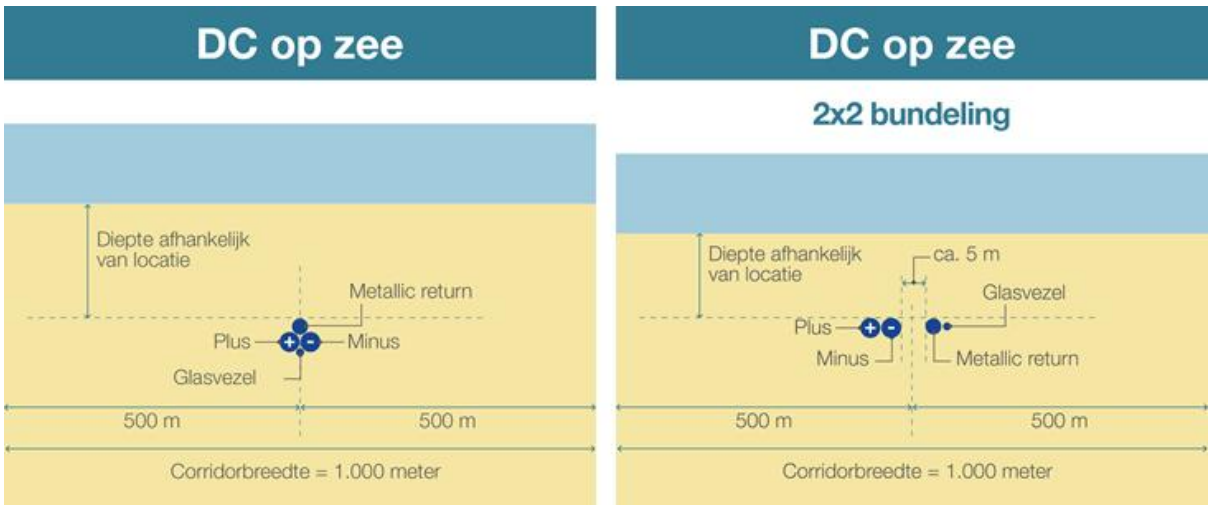
2.3.2 Ontwerp kabels op zee

De 525kV-gelijkstroomkabels op zee bestaan uit vier kabels. De kabels hebben een buitenste diameter van 150-190 mm (525kV-gelijkstroomkabels), 120–140 mm (metallic return kabel) en 50–70 mm (glasvezelkabel). De exacte afmetingen van de kabels worden bepaald door de aannemer op basis van het VKA-tracé, ingraafdiepte en bodemgesteldheid.

Voor de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn er twee kabelconfiguraties mogelijk (zie Figuur 14):

- (1x4)-kabelconfiguratie waarin de metallic return en de glasvezelkabel direct bij de plus- en de minpool liggen;

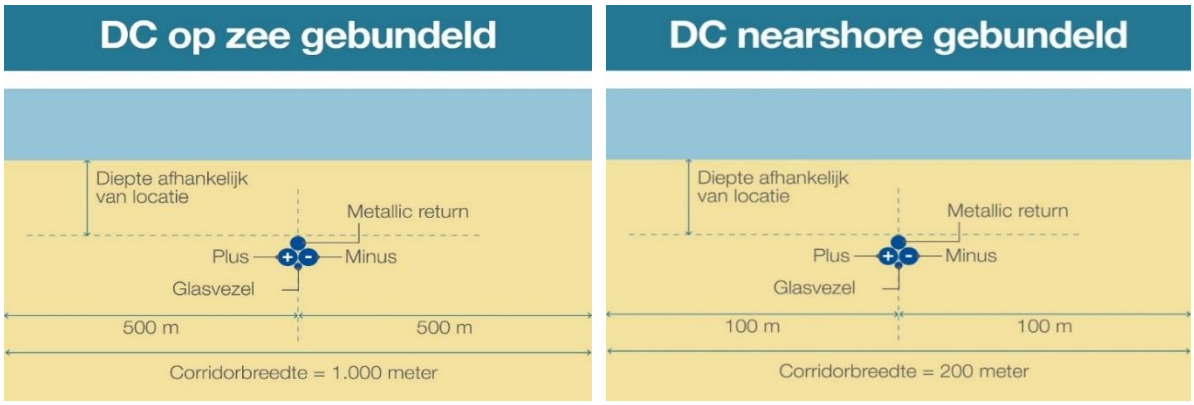
- (2x2)-kabelconfiguratie waar de metallic return en de glasvezelkabel op enkele meters afstand (ca. 5 m) van de plus- en de minpool liggen.



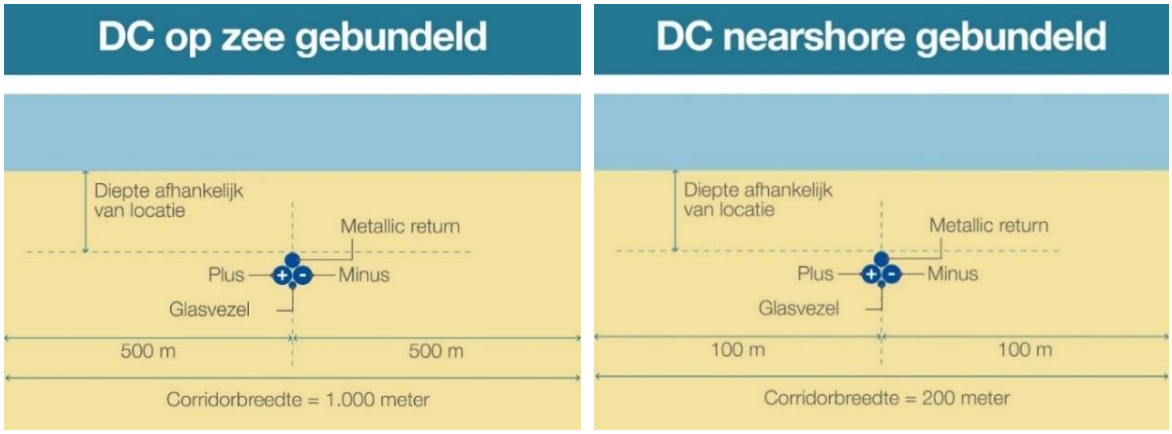
Figuur 14 (1x4)-kabelconfiguratie op zee (links) en (2x2)-kabelconfiguratie op zee (rechts)

2.3.3 Corridor

Het kabelsysteem heeft een post-constructie exclusie zone ("*post construction exclusion zone*") buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie (Figuur 15) als de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 16). Het VKA-tracé kruist op ongeveer 2 kilometer uit de kust de gemeentegrens van de Gemeente Rotterdam. Op verzoek van het Havenbedrijf Rotterdam wordt binnen dit gemeentelijk ingedeeld gebied een smallere corridorbreedte voor de kabel gehanteerd. De corridor bedraagt op dit stuk 200 (2x100) meter voor de (1x4)-kabelconfiguratie (Figuur 15) en de (2x2)-kabelconfiguratie (Figuur 16).



Figuur 15 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust (rechts) voor de (1x4)-kabelconfiguratie



Figuur 16 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust (rechts) voor de (2x2)-kabelconfiguratie

2.3.4 Kabeldiepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Hoe diep de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta gegraven worden is afhankelijk van verschillende factoren. Er zijn voorschriften vanuit de Nederlandse wet en/of vergunningen, welke gebruikt worden als maatstaaf voor de absolute minimumdiepte. Deze schrijven in het kustgebied (tot drie kilometer uit de kust) een minimale gronddekking van 3 meter voor. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter in een VSS voorgeschreven. De maximale gronddekking is onder andere afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot de thermische weerstand van het omliggende sediment. Andere factoren die meespelen bij het bepalen van de gronddekking zijn het risico op beschadiging en onderhoudskosten.

De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek: tot 3 meter vanaf de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname. In het kustgebied geldt generiek 3 meter gronddekking, gemeten vanaf de zeebodem. Op sommige plekken zal dit, rekening houdend met zandgolven, een trenchdiepte van 5 meter betekenen.

Het VKA-tracé loopt door gebieden met veranderende zeebodems. De morfologische veranderingen in diepte nemen jaren of decennia in beslag. Op lange termijn kan deze mobiliteit de gronddekking van de kabels bedreigen. Zeebodemmobiliteit kan niet nauwkeurig op lange termijn worden voorspeld. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten. TenneT voert een RBBD-studie uit om te kunnen bepalen voor het hele VKA-tracé hoe diep de kabel begraven moet worden op basis van risicobepaling per segment van de route.

Er zijn ook snel bewegende ‘zandgolven’ van de zeebodem. Deze golven kunnen 0,5 tot 1,5 meter hoog zijn en bewegen tientallen tot honderden meters per jaar. Hierom wordt de graafdiepte van de kabel gedefinieerd ten opzichte van het laagste niveau onder deze golven. Er zijn twee methodieken waarmee de kabels tot de gewenste diepte onder deze zandgolven kunnen worden aangelegd. Of de

zandgolven worden voor kabelaanleg afgevlakt, of de kabels worden onder de zandgolven aangelegd, dus dieper dan de vereiste diepte.

2.3.5 Aanleg kabels

Initial route survey

Na het bepalen van het voorkeursalternatief zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geotechnische en geofysische survey. Ook zijn obstakels, zoals kruisingen met kabels en leidingen onderzocht. De lijst met kabelkruisingen is te zien in Figuur 17.

NR.	NAAM	EIGENAAR	KABELSOORT	STATUS
1	Concerto 1 Segment 1 North	Flute Ltd	Telecom	IS
2	PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom	OOS
3	BRITNED route	Tennet (BritNed)	Elektra	IS
4	Ulysses 2	MCI World Com	Telecom	IS
5	Circe 1 North	Viatel UK Ltd	Telecom	IS
6	COAM	Pipiper	Telecom	Toekomstig
7	UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom	OOS
8	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom	IS
9	Telecomkabel TAT14 Segment I	British Telecom	Telecom	IS
10	UK - NL 6	KPN	Telecom	OOS
11	UK - NL 4	Onbekend	Telecom	OOS
12	Hermes 1	GTS	Telecom	OOS
13	UK - NL 5	Onbekend	Telecom	OOS
14	Concerto 1 Segment 1 East	Flute Ltd	Telecom	OOS
15	Rioja 3	KPN	Telecom	OOS
16	Rembrandt 1	KPNQwest	Telecom	OOS
17	Circe north 2 replacement	Zayo	Telecom	Toekomstig
18	UK - NL 10	Onbekend	Telecom	OOS
19		Dana Petroleum Netherlands B.V.	Pijpleiding	IS

Figuur 17 Lijst met kabelkruisingen (op zee) voor Net op zee IJmuiden Ver Beta

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een, in ieder geval geofysische, survey plaats langs de kabelroute, uitgevoerd door de aannemer. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, te scannen op mogelijke obstakels en om de bodemomstandigheden langs de route te verkennen. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Optimaliseren gebeurt door het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels tot een praktisch minimum te beperken, door de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, door de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobiliteit tot een minimum te beperken en door obstakels (niet gesprongen explosieven, puin etc.) te vermijden.

Voorbereiding kabelaanleg (zowel (1x4)- als (2x2)-kabelconfiguratie)

Na het zeebodemonderzoek vinden de volgende stappen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel. Een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel zoals visnetten e.d. van het betreffende stuk zeebodem worden verwijderd. De haak wordt langzaam achter een boot voortgesleept, het vervolgens omhooggehaalde afval wordt aan land gebracht en verwerkt middels regelgeving die daarop van toepassing is.

- Verwijderen van niet meer in gebruik zijnde telecomkabels: De kabels worden naar het dek getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor de kabels voor Net op zee IJmuiden Ver Beta zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.
- Het is gebruikelijk gebleken dat niet gedetecteerde kabels worden aangetroffen tijdens activiteiten zoals voorbereidend onderzoek, klaring van de route of tijdens aanleg van de kabels. Als een dergelijke kabel, of pijpleiding, wordt gevonden kan worden geprobeerd deze dieper te begraven waardoor de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Beta met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Als dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Voorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het VKA-tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, worden, waar nodig, deze secties gebaggerd worden. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is typisch zo'n 14 meter per kabel. De breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.
- Pre-trenching run: als er gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, wordt een pre-burial run overwogen. Dezelfde graafinstallaties worden gebruikt, zonder kabel, op de benodigde secties. Als de pre-burial run niet succesvol lijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie van de kabels

Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Er komen moflocaties (*'offshore joints')* langs het VKA-tracé. Dit is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Er wordt van uitgegaan dat deze om de 40 à 60 kilometer voorkomen. Voor de installatie van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn aanpassingen aan de schepen nodig om de vier kabels die deel uitmaken van de bundel te kunnen transporteren (alleen bij de (1x4)-kabelconfiguratie). Tot nu toe zijn de installatieschepen uitgerust om maximaal twee afzonderlijke kabels plus een glasvezelkabel te dragen. Dit wordt als een haalbare optie beschouwd. Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 18) bij zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als (2x2)-kabelconfiguratie:

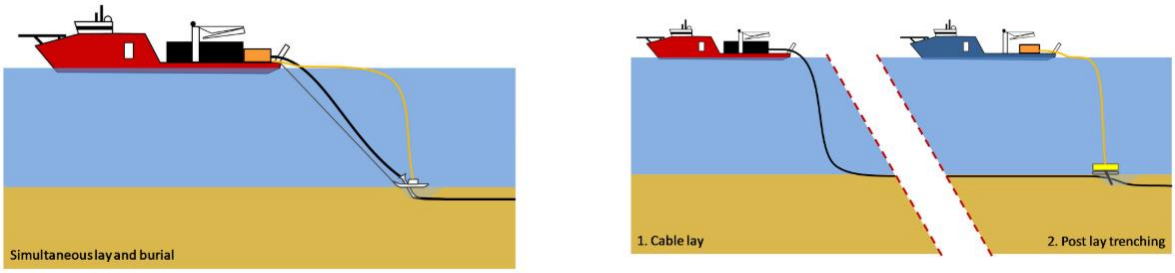
'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

'Post Lay Burial' (PLB)

In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel

wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 18 Simultaneous Lay and Burial' (links) en Post Lay Burial (rechts)

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep van deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolvingen, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. In de aanbestedingsfase stellen de aannemers een '*burial assessment*' studie op, op basis van de aangeleverde bodeminformatie en de specifieke kenmerken van de apparatuur (Tabel 2).

Tabel 2 De meest voorkomende ingraaftechnieken (niet-limitatieve lijst)

Kabel begraven op zee	
Jetten (jet sledge)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
ROV jet trenchers	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreesd is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).
Ploegen (cable plough)	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. *Let op*: er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Mass flow excavation	Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in

	de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass flow excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass Flow Excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesieve bodemmateriaal als zand.

Overige ingraaftechnieken kunnen worden gebruikt als het hoofdvaartuig niet geschikt is voor nabij de kust (zie Tabel 3). Deze vereisen een transportbak (*'barge'*) die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbedieningsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 3 Ingraaftechnieken geschikt voor nabij de kust (incomplete lijst)

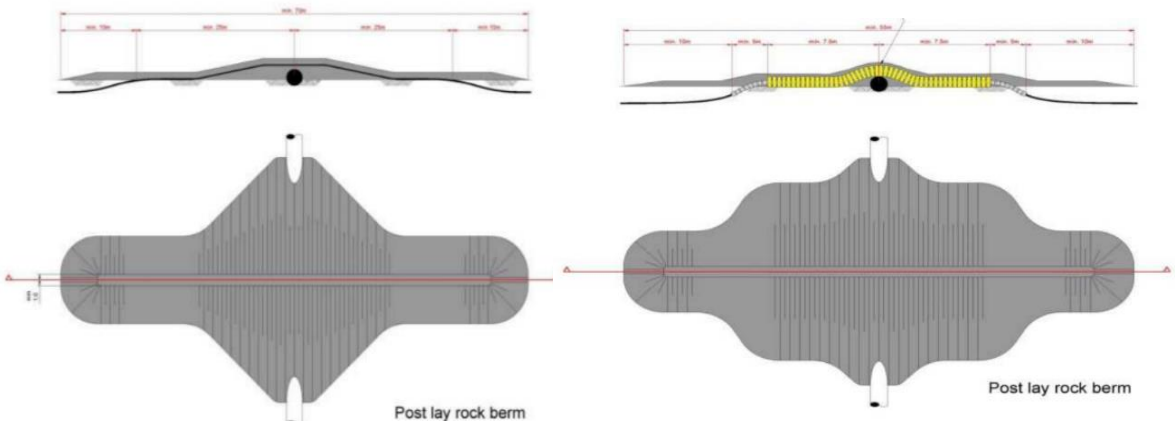
Kabel begraven op zee	
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)

2.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Installatie

Zoals beschreven in hoofdstuk 2.3 worden er verschillende kabels en leidingen gekruist. Er zijn verschillende soorten structuren geschikt voor het kruisen van in gebruik zijnde activa van derden waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar. Deze structuren zorgen normaal voor een scheiding van 0,3 meter of meer. De keuze voor het type structuur gaat in overleg met de andere partij.

De eerste is een scheiding door het plaatsen van stenen, met een buitenste beschermlaag van steen (zie ook Figuur 19). De tweede is een scheiding door een scheidingssysteem, met een buitenste beschermlaag van steen (zie ook Figuur 19). Een andere mogelijkheid is een scheiding door een 'mattress' van betonnen blokken, met een buitenste bescherming door rots. Nadeel is dat de 'mattresses' instabiel bleken als ze niet worden beschermd door steen. Dat vereist een korte doorlooptijd tussen het kabellegschip en het bestortingsvaartuig na installatie van het 'mattress'. Een vierde optie is een scheiding door zand- of groutzakken of steennetten, met een buitenbescherming door steen. Nadeel is dat het plaatsen van deze zakken of netten arbeidsintensief is.



Figuur 19 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts). Boven laat een doorsnede zien en onder het zicht van bovenaf

Post-installatie

Na de werkzaamheden zal een '*as built*' survey uitgevoerd worden, om de werkelijke graafdiepte langs het VKA-tracé en de bathymetrie te meten. Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is, kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, worden de kabels na het leggen beschermd door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

2.3.7 Gebruik en onderhoud

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Er wordt periodiek onderzoek uitgevoerd naar de diepte van de ingegraven kabels. Als de kabel niet op de vereiste diepte ligt, kan deze extra worden ingegraven. Ook worden de kruisingsconstructies periodiek geïnspecteerd. Indien nodig kan aanvullende steenstorting plaatsvinden. Ook kan herstel van een kabelstoring plaatsvinden als een kabel defect raakt door een interne of externe oorzaak.

2.3.8 Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Gezien methodes als baggeren of trenchen niet worden toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.4 Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere kabels die aan elkaar geschakeld zijn. Het type schakel hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale VKA-tracé is er sprake van vier typen kabelverbindingen die in de paragrafen hieronder uitgebreid worden omschreven:

- Moflocaties (jointlocaties tussen twee zeekabels).
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel).

2.4.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer. Binnen de kustzone (<10 km) worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) heeft een afmeting van circa 6 meter x 0,5 meter en is als het ware een smalle metalen box die om de kabel heen zit. Doordat het enkelkernige kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft vinden er 4 verbindingen plaats in elke moflocatie.

2.4.2 Verbindingsmof (overgang zee/land)

Voor de overgang tussen de kabels op zee en land zal een verbindingsmof/ '*transition joint*' (overgangsverbinding) noodzakelijk zijn. Dit is een soort 'kroonsteen' tussen de zee- en landkabel. Deze verbindingsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. De aanlanding van de kabel gaat via een mofput van ongeveer 50 m^2 waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien. Aangenomen wordt dat deze mofput een oppervlakte van ongeveer 50 m^2 heeft, en 1,6 meter diep is. De gewenste ontwateringsdiepte is 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

2.5 Planning

Uitvoeringsperiode

De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta vindt worst-case plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024.
- 1 maart t/m 31 oktober 2025.
- 1 maart t/m 31 oktober 2026.
- 1 maart t/m 31 oktober 2027.
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

Naar verwachting duurt de aanleg in het geheel drie kalenderjaren, die niet aaneengesloten plaats hoeven te vinden. De aanleg zal plaatsvinden binnen de bovengenoemde periodes. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent werkveiligheid.
De planning voor de aanleg van het platform IJmuiden Ver Beta is als volgt:

- Draagconstructie in 2027-2028.
- Bovenbouw in 2028-2029.

Uitvoeringsduur

In

Tabel 4 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

*Tabel 4 Uitvoeringsduur per onderdeel, *dit geldt voor zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie*

Onderdeel	Subdeel	Duur
Aanleg zeekabels*	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Bodembescherming	4 tot 6 dagen
	Draagconstructie Jacket Suction buckets	 5 tot 10 dagen 2 tot 3 dagen
	Topside	1 tot 3 dagen
	Elektrische fase	Circa 3 maanden

Werktijden stormseizoen

Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt. In hoofdstuk 3 Afbakening en hoofdstukken 4 en 5 is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan. Per effect is gekozen voor een beoordeling in het seizoen dat voor dat effect worst-case is. Dat is doorgaans niet het stormseizoen maar bijvoorbeeld het broed- of primaire productieseizoen.

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Beta plaats, voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als de (2x2)-kabelconfiguratie. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk hebben een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben. Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terechtkomt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchte materiaal.
- Verstoring onderwater:
    - Door continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Door impuls-onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Habitataantasting door mechanische effecten op zee.
- Elektromagnetische velden op zee als gevolg van het gebruik van het VKA-tracé.
- Verontreiniging, als gevolg van bodemverontreiniging en gebruik van het platform op zee.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt, voor zowel de (1x4)-kabelconfiguratie als de (2x2)-kabelconfiguratie. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

3.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden (zie onderstaande tekstkader voor korte uitleg technieken). Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 3.3.

Vertroebeling kan leiden tot:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname kunnen worden geremd.
- Trekvissen een barrière kunnen ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

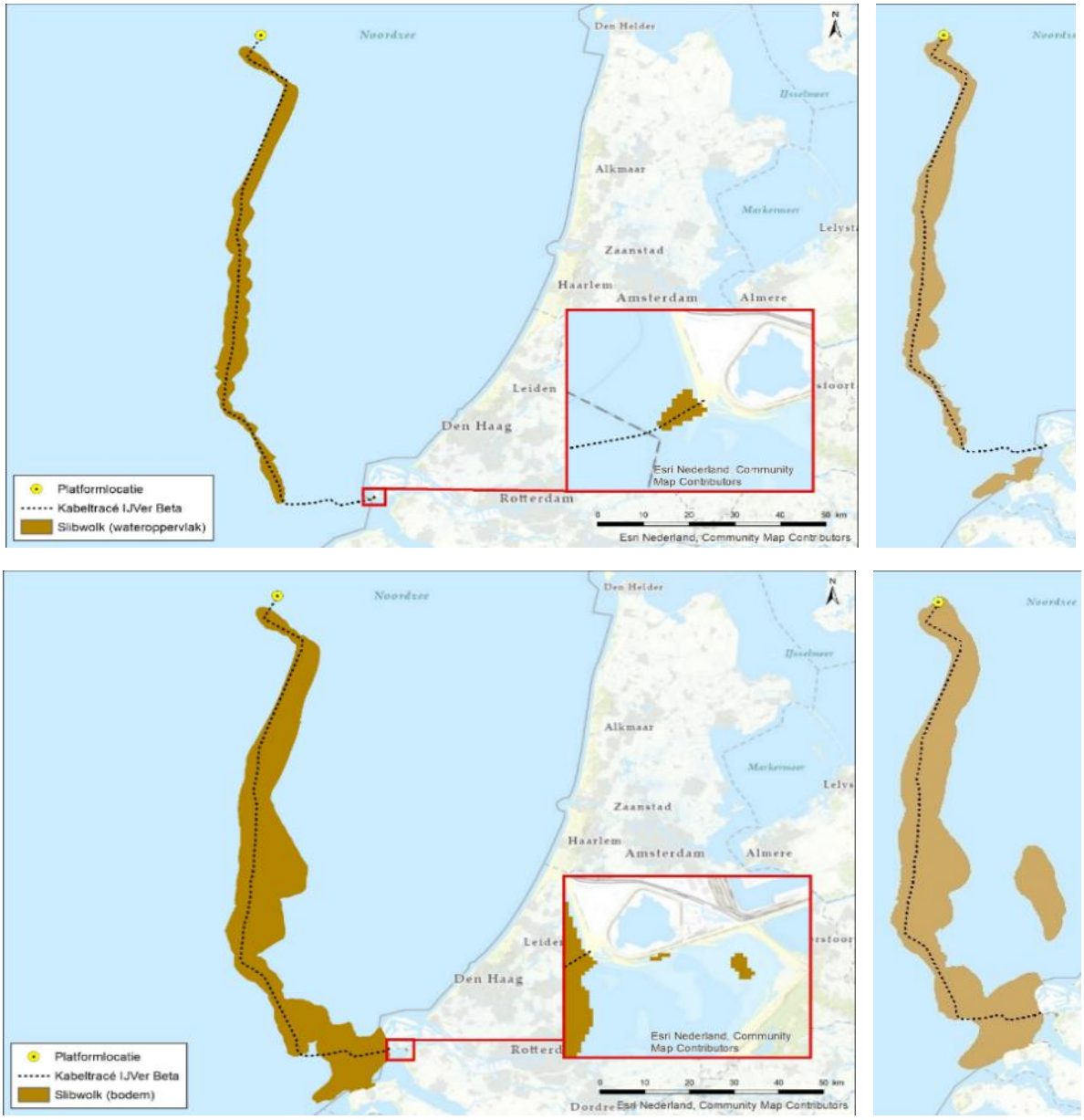
Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels kan worden beïnvloed. Dit geldt vooral voor nestgebonden broedvogels die slechts een kleine uitvliegradius hebben, zoals veel sterns.

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F bij deze toets is deze slibmodelleerstudie opgenomen. De slibstudie is uitgevoerd vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Maasvlakte II. De waardes van vertroebeling zijn uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/l). Het gaat hierbij alleen om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig zijn.

Figuur 20 laat voor de (1x4)-kabelconfiguratie en de (2x2)-kabelconfiguratie het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak wordt voorspeld. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/l, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (bijlage VII-F) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Ook is in Figuur 20 te zien dat bij beide kabelconfiguraties de vertroebeling op open zee met name ten oosten van het VKA-tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk van de (2x2)-kabelconfiguratie is het grootst, maar bij beide kabelconfiguraties spreidt de vertroebelingswolk zich uit over een groot gebied (tientallen vierkante kilometers) waarbij de slibconcentraties met meer dan 2 mg/l toeneemt. Binnen (<10 km) de kustzone reikt de slibwolk (op de bodem en in het midden van de waterkolom) van de Maasvlakte II tot aan het strand van Ouddorp, waarbij een deel uitwaaiert naar het zuidwesten tot ongeveer halverwege de Brouwersdam. In de Slikken van Voorne zijn bij de (1x4)-kabelconfiguratie en (2x2)-kabelconfiguratie een aantal kleine slibwolkjes te vinden.



Figuur 20 Gebied tot waar de slibwolk op de bodem (figuur boven) en aan wateroppervlak (figuur onder) (> 2 mg/l) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

3.3 Sedimentatie

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels. Het effect van de bedekking is zeer afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur (Baan et al., 1998; Harvey et al., 1998).

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. In 1988 is door Bijkerk de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis*). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Een recente literatuurstudie (Rozemeijer & Smith, 2017) benadrukt de resultaten uit 1988 nogmaals. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppige maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is modelmatig berekend (Bijlage VII-F). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het VKA-tracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 4.2.

Figuur 21 geeft voor beide kabelconfiguraties het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt na de werkzaamheden. Dit is dus de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag rondom het tracé met name in het gedeelte vanaf ca. 20 km uit de kust worden bereikt. Binnen deze strook van 15km langs de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0-0,35mm/dag (niet weergegeven in het figuur). Bij de (1x4)-kabelconfiguratie is alleen bij de aanlanding een klein areaal waar voor korte tijd de sedimentatiesnelheid boven de 0,33 mm/dag ligt. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie komt binnen de kustzone de sedimentatiesnelheid op een groter gebied boven de 0,33mm/dag. Langs het gehele VKA-tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag.



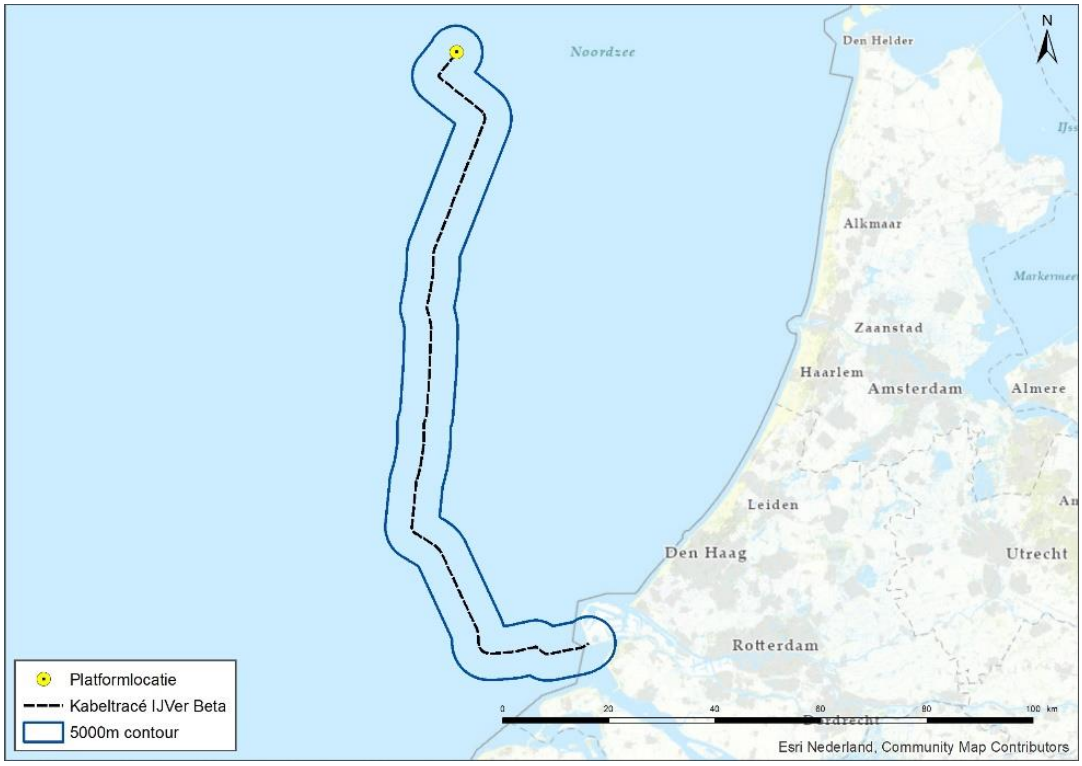
Figuur 21 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm/dag uitkomt voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van continu onderwatergeluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling en voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case voor beide kabelconfiguraties.
Bij de (2x2)-kabelconfiguratie varen de extra boten dezelfde routes. Hierdoor is het verstoorde areaal hetzelfde, maar wordt het areaal wel tijdelijk intensiever verstoord.

In Figuur 22 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 22 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er impuls-onderwatergeluid op bij de aanleg van het platform. Impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd bij heien en tijdens geofysische surveys. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie zorgt de optie van een stalen jacket voor de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. Bij de andere funderingsopties wordt niet geheid. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er mogelijk verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek, waarvoor geluid uitgezonden wordt.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zwemmende zeezoogdieren. Impuls-onderwatergeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. De verstoring is van tijdelijke aard.

Volgens de methodiek gebruikt voor het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Heinis et al., 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1 µPa2s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is, evenals voor verstoring, vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Om deze reden zijn er geen specifieke TTS en PTS waardes meegenomen in het KEC, en wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van (Southall et al., 2019) kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Deze bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS liggen op of boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeezoogdieren volledig. Het KEC zal dan ook de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

Uit modelberekeningen (zie Bijlage VII-E) is de totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 185 km^2 en voor bruinvissen 961 km^2 (zie Figuur 23). Op basis van dit oppervlak van 961 km^2 is ook de reikwijdte bepaald. De radius van deze verstoringscontour is gemiddeld circa 17,5 km.



Figuur 23 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden, voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts)

Voor de realisatie van de kabelverbinding worden meerdere geofysische surveys uitgevoerd. Voor de eerste ronde geofysische surveys is door TenneT een separaat traject doorlopen. Op basis van een Voortoets van ATKB (van de Wetering et al., 2021) is hiervoor geen vergunning aangevraagd. Wel is het effect van impulsgeluid doorberekend t.b.v. de ontheffingsaanvraag (Schiedon & Jans, 2021). De eerste ronde surveys wordt niet meegenomen in deze Passende Beoordeling. In een latere fase vindt nog wel een tweede ronde surveys plaats, bestaande uit detail geofysische studies voor kabel en platform, de UXO surveys en de post lay survey voor de kabel. Deze worden wel beoordeeld. Voor deze surveys wordt op dit moment als worst-case aanname de reikwijdte en scope van de eerste surveys gebruikt.

3.6 Bovenwaterverstoring op zee

3.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie en de aanwezigheid van een helikopter kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen

tegelijkertijd aanwezig zijn. Licht wordt in paragraaf 4.6.2 toegelicht. De veroorzaakte verstoring is vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreikende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringsafstanden. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring. Voor beide kabelconfiguraties worden dezelfde reikwijdtes gehanteerd per soort(groep).

Voor vogels is de verstoringsgevoeligheid soortspecifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals eidereenden, zeekoeten en alken) zijn verstoringsgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Uit een onderzoek naar de verstoringsgevoeligheid van scheepvaartverkeer op Noordwest-Europese zeevogels blijkt dat vluchtafstand voor zwarte zee-eend hoger is dan de eerdergenoemde gevoelige vogels (Fliessbach et al., 2019). Uit het onderzoek bleek dat individuen van deze soort al vluchtgedrag vertoonden bij een afstand van 1.600 m. Specifiek voor deze soort wordt daarom een verstoringsafstand van 1.600 meter gehanteerd en deze reikwijdte wordt ook als worst-case afstand gehanteerd.

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dichter naar het wateroppervlak gaan dan op het platform, zijn directe effecten door aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelen op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Brasseur & Reijnders, 1994). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (1.600 meter) is weergegeven in Figuur 24. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen vessels de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 24 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

3.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en scheepvaart. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foerageergedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting ’s nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Hoe groot dit effect is hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een

gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de myotisgroep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-1.500 meter). Verstoring door licht is daarmee minder relevant als autonome verstoringsbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringscontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op de platforms alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van de platforms kan ’s nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform ‘in aanraking’ komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Voor de signaalverlichting ten behoeve van de navigatie voor scheepsvaart (verplicht wegens waarborgen veiligheid) zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT (Inspectie Leefomgeving en Transport).

In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en eventuele werkverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Dit geldt ook voor de platformverlichting. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle

verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt binnen de reikwijdte van geluid, deze aspecten worden in hoofdstuk 7 samen behandeld.

3.7 Habitataantasting

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden.

Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Doordat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) wisselt langs het VKA-tracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het VKA-tracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F en paragraaf 4.2). Op zee wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door trenchen. Binnen (<10km) de kustzone volstaat trenchen, behalve bij de aanlanding van de Maasvlakte waar over een lengte van 1 kilometer gebaggerd wordt voor het trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie en kabelconfiguratie. Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Bij de (1x4)-kabelconfiguratie wordt voor pre-sweepen en baggeren een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabel, met een totale breedte van 60 meter. In de praktijk heeft trenchen een reikwijdte van circa 10 meter aan weerszijde van de kabel. Voor de (1x4)-kabelconfiguratie betekent dit dat bij trenchen er een strook van 20 meter is waar habitataantasting optreedt. Het trenchen zelf betreft een breedte van circa 0,5 tot 1 meter, maar de trencher laat een breder spoor achter. Bij de (2x2)-kabelconfiguratie worden er twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Hierdoor zal bij het pre-sweepen, baggeren en trenchen de reikwijdte in totaal met 5 meter toenemen. Voor het pre-sweepen en baggeren betekent dit dat de reikwijdte van 60 naar 65 meter gaat en voor het trenchen dat de reikwijdte van 20 naar 25 meter gaat. Deze reikwijdtes worden voor de rest van de toets aangehouden aangezien dit de worst-case waardes zijn. De waardes van de (1x4)-configuratie vallen hier binnen.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. Dit is in een corridor van 1.000 meter en vanaf ongeveer 2 kilometer uit de kust in een corridor van ongeveer 200 meter. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter.

3.8 Elektromagnetische velden

3.8.1 Elektromagnetische velden op zee

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld (B)

wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld (B) wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie Gill et al. (2012) en Snoek et al., (2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch (B) veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

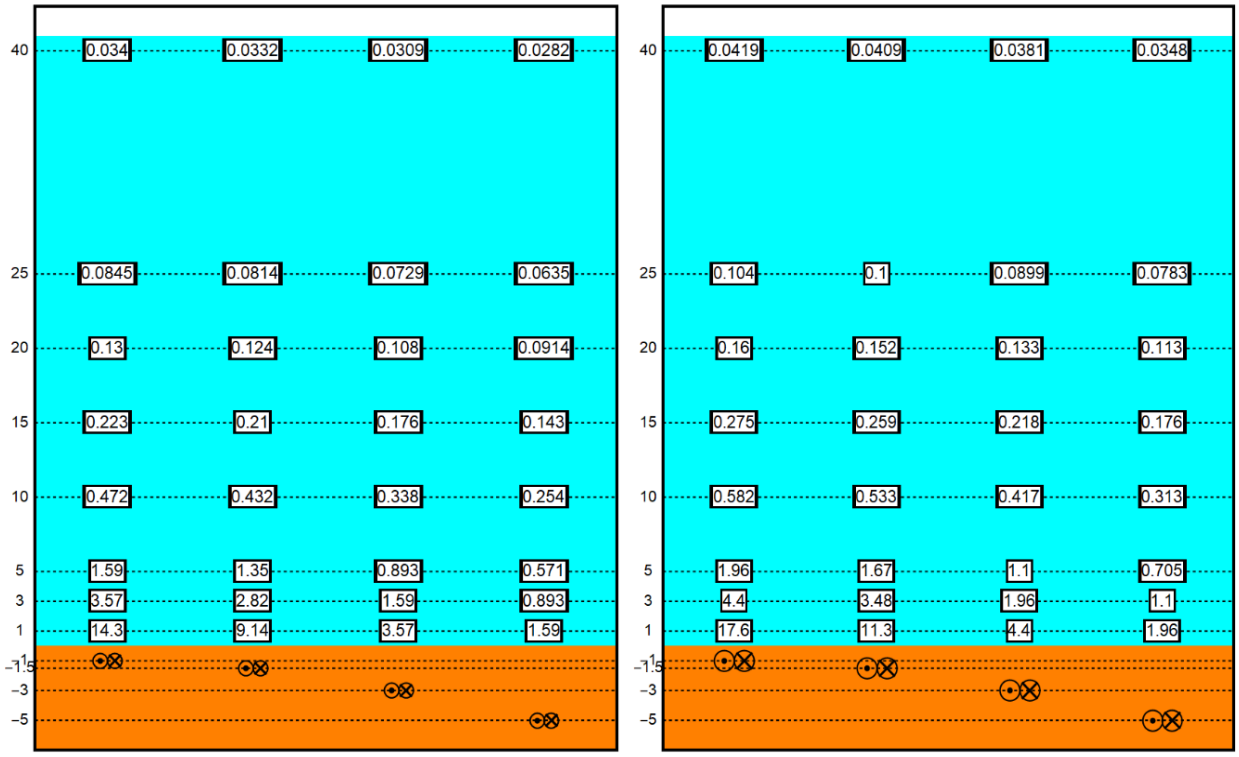
In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver.

Magneetvelden op zee

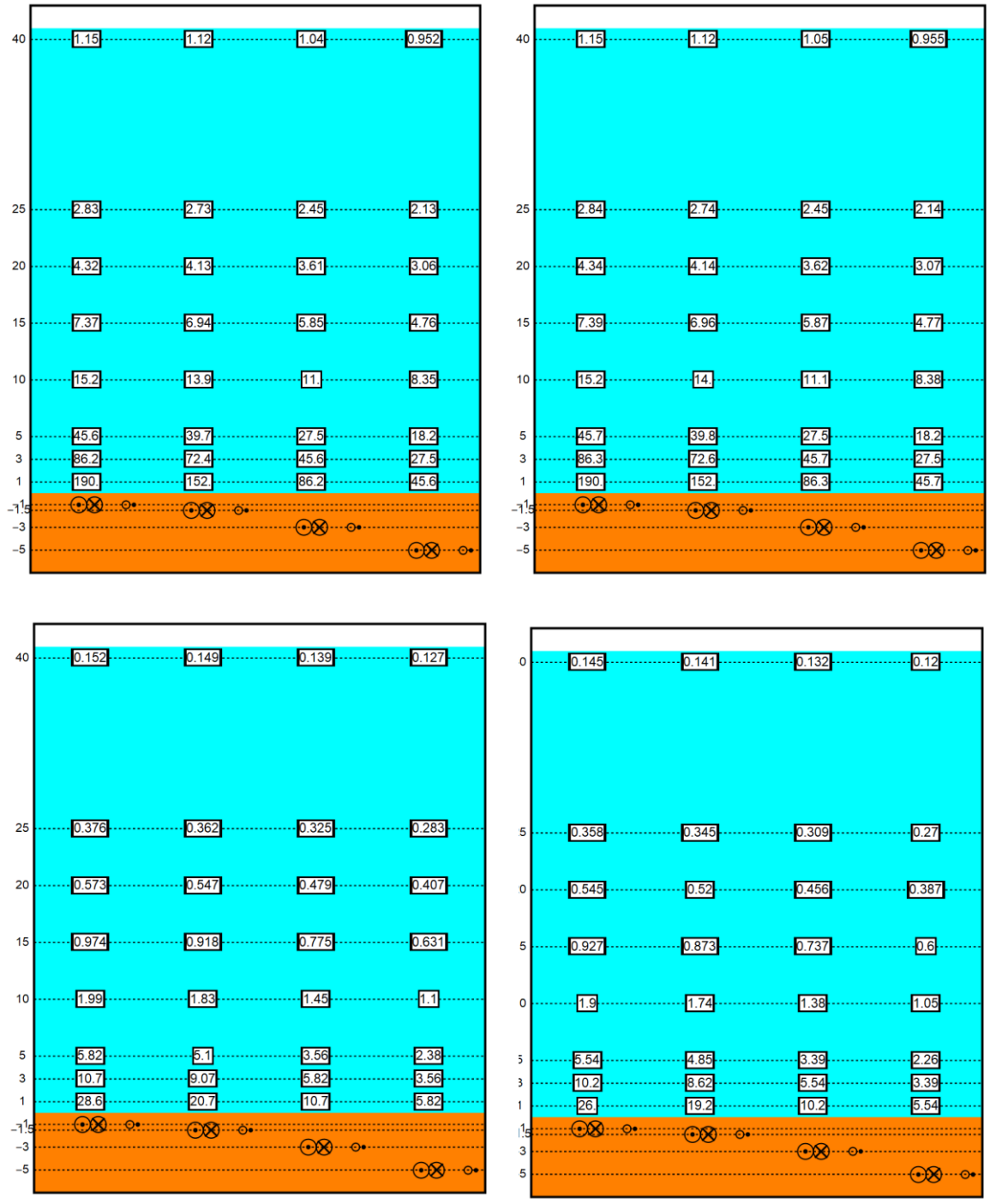
In Figuur 25 is de magneetveldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom voor de (1x4)-kabelconfiguratie weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 27. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. De waardes van de (2x2)-kabelconfiguratie liggen in de gebruiksfase licht hoger, maar blijven rond dezelfde waardes, waardoor er geen verschil is in de gebruiksfase tussen de (1x4)- en (2x2)-kabelconfiguratie. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase van de (2x2)-kabelconfiguratie 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. De (1x4)-ligt dus lager dan dit

In Figuur 26 is de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud voor de (2x2)-kabelconfiguratie. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Omdat deze in de (2x2)-kabelconfiguratie los ligt op enkele meters van de + en – pool geeft deze hogere waardes. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 10 (bodem) tot 40 keer (40 m boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT (in het geval van een beide kabeldiktes (150 mm; voorheen 0,034 µT en 185 mm; voorheen 0,0419 µT). Deze waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud optreden. Storing komt waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid voor in een periode van 40 jaar.

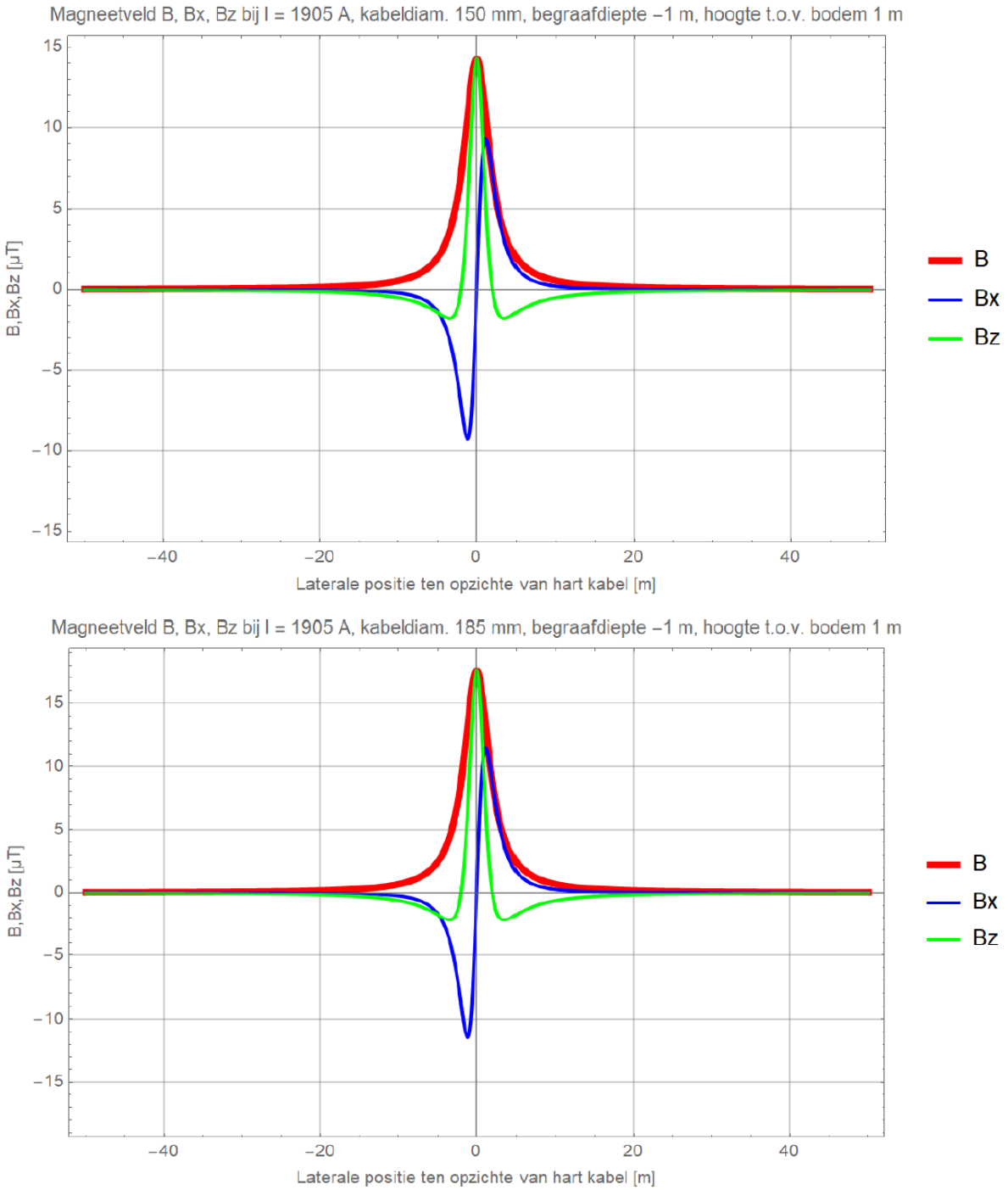
Recentelijk is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een HVDC-kabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



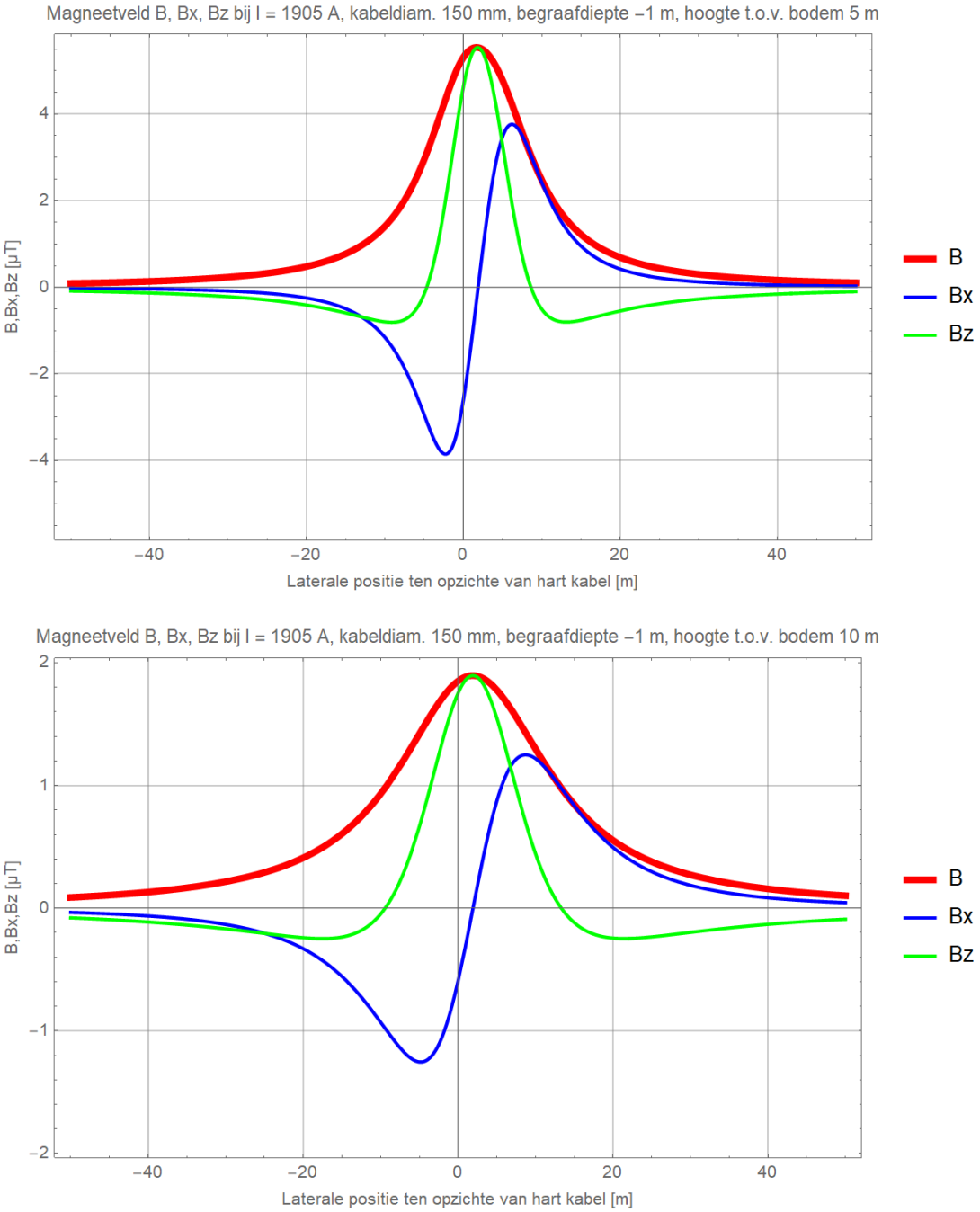
Figuur 25 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm voor de (1x4)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door Van Essen (2020)



Figuur 26 Elektromagnetisch veldzone in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) bij de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door van Essen, 2021b



Figuur 27 Berekende magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) voor de (1x4)-kabelconfiguratie. Het magneetveld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele magneetveld (B) zal van toepassing zijn. Afkomstig van Van Essen (2020)



Figuur 28 Elektromagnetisch veldzone in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021)

3.9 Verontreiniging op zee

Bij de kabelaanleg kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodemkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronnen of PFAS bronnen. Bekende bronnen liggen dermate ver van het tracé dat er geen risico is. Omdat bij de werkzaamheden geen verontreiniging vrijkomt, wordt dit niet verder meegenomen in de beoordeling.

Ook bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt gecontroleerd op olie en/of glycol. Alleen niet gecontamineerd regenwater zal in zee geloosd worden. Afvalwater van toiletten zal niet direct op zee geloosd worden. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten of wordt de ontlasting in een 'zwart' water tank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land. Verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

3.10 Warmteontwikkeling

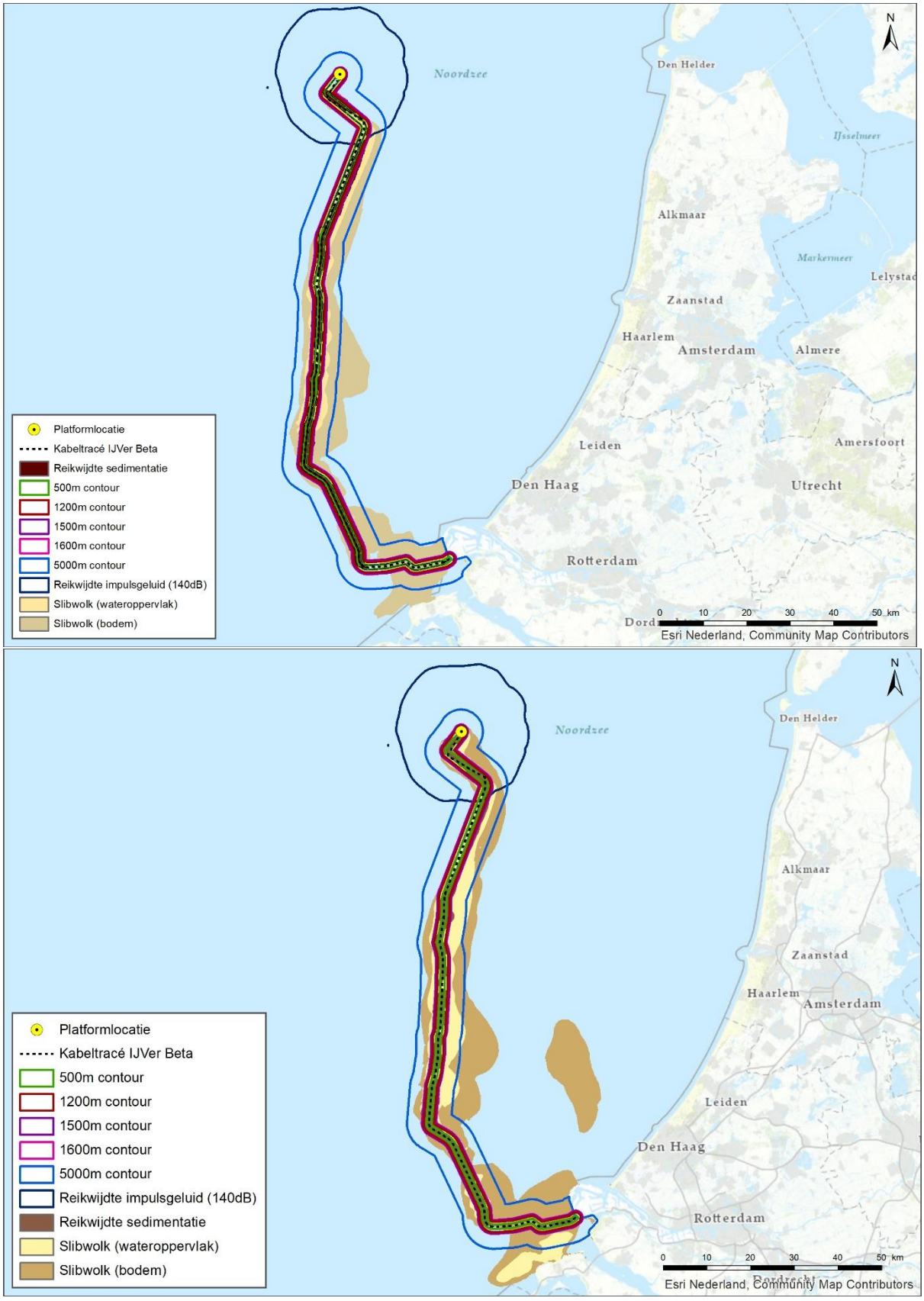
De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor benthische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor niet of nauwelijks beïnvloed worden. De temperatuursverhoging van de zeebodem zal verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, die tussen de seizoenen kan oplopen tot 30 graden Celsius (Müller et al., 2016). Er is ook geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse al nauwelijks meetbaar is en zich beslist niet zal uitstrekken voorbij de veiligheidszone (ordegrootte tientallen tot honderden meters) tot aan de volgende kabel. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

3.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 5 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 29 zijn de reikwijdtes samengevat in een kaart.

Tabel 5 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

Gevolg		Op zee/ op land	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Op open zee bevindt de slibwolk zich rondom VKA-tracé en ten oosten. Binnen (<10km)) de kustzone reikt de slibwolk van de Tweede Maasvlakte in het oosten tot halverwege de Brouwersdam in het zuidwesten.
Sedimentatie		Zee	Effecten van sedimentatie kunnen bij aanlanding en vanaf circa 15 km uit de kust optreden rondom het VKA-tracé (in een zone van maximaal 4 km breed). Ook treedt sedimentatie op in een gebied (595 ha) binnen de kustzone.
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Zee	Rondom kabels en platform: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Rondom platform: 17,5 kilometer
Bovenwater verstoring	**Geluid en visueel**	Zee	500 meter voor foeragerende vogels en vogels op hoogwatervluchtplaatsen 1.200 meter voor zeehonden 1.500 meter voor gevoelige vogels 1.600 meter voor zwarte zee-eend
	Licht	Zee	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg Bij de platforms
Habitataantasting		Zee	65 meter voor pre-sweepen en baggeren 25 meter voor trenchen Ter plaatse van de platformpoten en fundering
Elektromagnetische velden		Zee	Horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
Verontreiniging		Zee	Geen effect
Warmteontwikkeling		Zee	Geen effect



Figuur 29 Studiegebied werkzaamheden op zee voor de (1x4)-kabelconfiguratie (boven) en voor de (2x2)-kabelconfiguratie (onder)

4 Kaderrichtlijn mariene strategie

4.1 Wet- en regelgeving

4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet.

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptoren:
1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring.
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen wordt per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria beschreven. De informatie uit deze paragrafen is afkomstig van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018). Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

4.1.2 D1. Biologische diversiteit

Descriptor
De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

De goede milieutoestand
Soorten, vogels
De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, zeezoogdieren
De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, visgemeenschap
De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

Pelagische habitats

Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de een langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

Benthische habitats

Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthossoorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Soorten, vogels

- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de VR (D1C2)
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

Soorten, zeezoogdieren

- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (HR) (D1C5).

Soorten, visgemeenschap

- Commerciële vispopulaties: zie D3C1en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvissen moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvissen in het rivierengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

Pelagische habitats

- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

Benthische habitats

- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 4.1.7).

4.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten)

Descriptor
Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

De goede milieutoestand
Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

4.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

Descriptor
Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

De goede milieutoestand
Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Voor ieder commercieel bevist visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY): F≤Fmsy (CFP) (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass of SSB) van commercieel beviste vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau MSY Btrigger (in lijn met ICES-vangstadviezen; CFP) (D3C2).

4.1.5 D4. Voedselwebben

Descriptor
Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

De goede milieutoestand
Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedselweb wordt verminderd.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
- De diversiteit (soortsamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).
- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

4.1.6 D5. Eutrofiëring

Descriptor
Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

De goede milieutoestand
- De concentraties van winter DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen; opgelost inorganisch stikstof) en DIP (Dissovled Inorganic Phosphor; opgelost inorganisch fosfor) liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiering in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Concentraties winter DIN en DIP
- Wateren binnen de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

Algenbiomassa
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren binnen de KRW-kustzoneis niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren buiten de KRW-kustzonewateren voldoet aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

Geen zuurstofgebrek

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: in deze wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/l zuurstof gevonden (D5C5).

4.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Descriptor

Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

De goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Fysiek verlies

- Fysiek verlies van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrichtlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

Fysiek verlies

- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).
- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

4.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen

De goede milieutoestand

Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.9 D8. Vervuilende stoffen

Descriptor
Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

De goede milieutoestand
- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of biota), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Concentraties vervuilende stoffen
- Wateren binnen de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of biota) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritaire stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of biota) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrondevaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

Gezondheid van de soorten
- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).
- De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

4.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Descriptor
Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

De goede milieutoestand
De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.11 D10. Zwerfvuil

Descriptor
De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

De goede milieutoestand

- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Zwerfvuil op zee

- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

Microafval op zee

- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline

Hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval

- Zie onder D10C1

4.1.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Descriptor

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

De goede milieutoestand

- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsieve geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Impulsgeluid

- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringsdagen (D11C1).

Achtergrondgeluid

Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

4.2 Effectbepaling

4.2.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 4.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 6. In paragraaf 4.2 worden de effecten beschreven. De effecten worden vervolgens getoetst aan de KRM in paragraaf 4.3. Tenzij anders aangegeven, worden effecten beschreven voor zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie.

Tabel 6 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM, de betrokken soortgroepen en descriptoren

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen	Betrokken descriptor(en)
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	• Algen (primaire productie) • Trekvissen • Filterfeeders • Zichtjagende vogels	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6)
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	• Bodemdieren	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6)
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	• Zeezoogdieren • Vissen	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)
Verstoring door impuls-onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	• Zeezoogdieren • Vissen	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)
Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	Verstoring tijdens rusten, ruien of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	• Vogels • Zeehonden	• Biologische diversiteit (D1) • Voedselwebben (D4)
Habitataantasting en verandering	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	• Bodem • Bodemdieren	• Biologische diversiteit (D1) • Niet-inheemse soorten (D2) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6) • Hydrografische eigenschappen (D7)
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	• Zeezoogdieren • Gevoelige vissen	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)

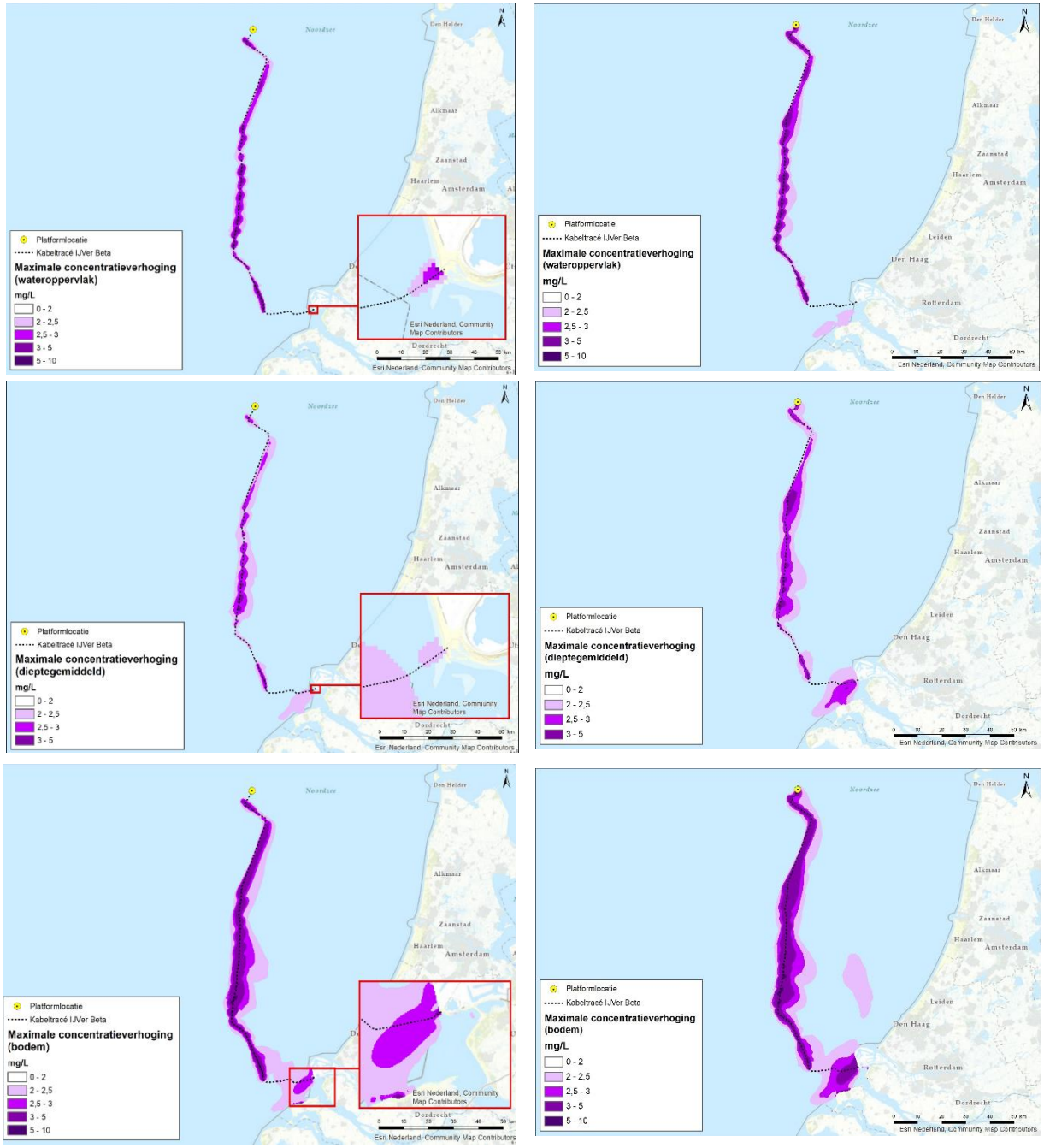
4.2.2 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4) en Integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van vertroebeling op vogels (van belang voor D1, D4), macrofauna (D1, D3 en D4), (trek)vissen (D1 en D4) en primaire productie (D4) beschouwd. Om dit te kunnen doen wordt eerst een nadere verdieping van de reikwijdte en over de gebruikte studie uiteengezet.

Modelstudie

In de slibmodelleerstudies voor beide kabelconfiguraties zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het VKA-tracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is er in het model is aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het platform op zee (noordwest) en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone. Daarnaast wordt in de studie gewerkt met een scenario, waarbij de aanleg in een korte periode wordt gedaan. De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid over een langere periode kunnen worden uitgevoerd, maar dat zal ten alle tijden leiden tot een lagere productie en daarmee lagere vertroebeling in het gebied. Om deze reden is in de slibmodelleerstudie aangenomen dat de hele aanleg van het VKA-tracé in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd als worst-case, gezien de productiesnelheid die de baggerschepen hebben.

In deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns). Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen. In Figuur 30 wordt het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven.



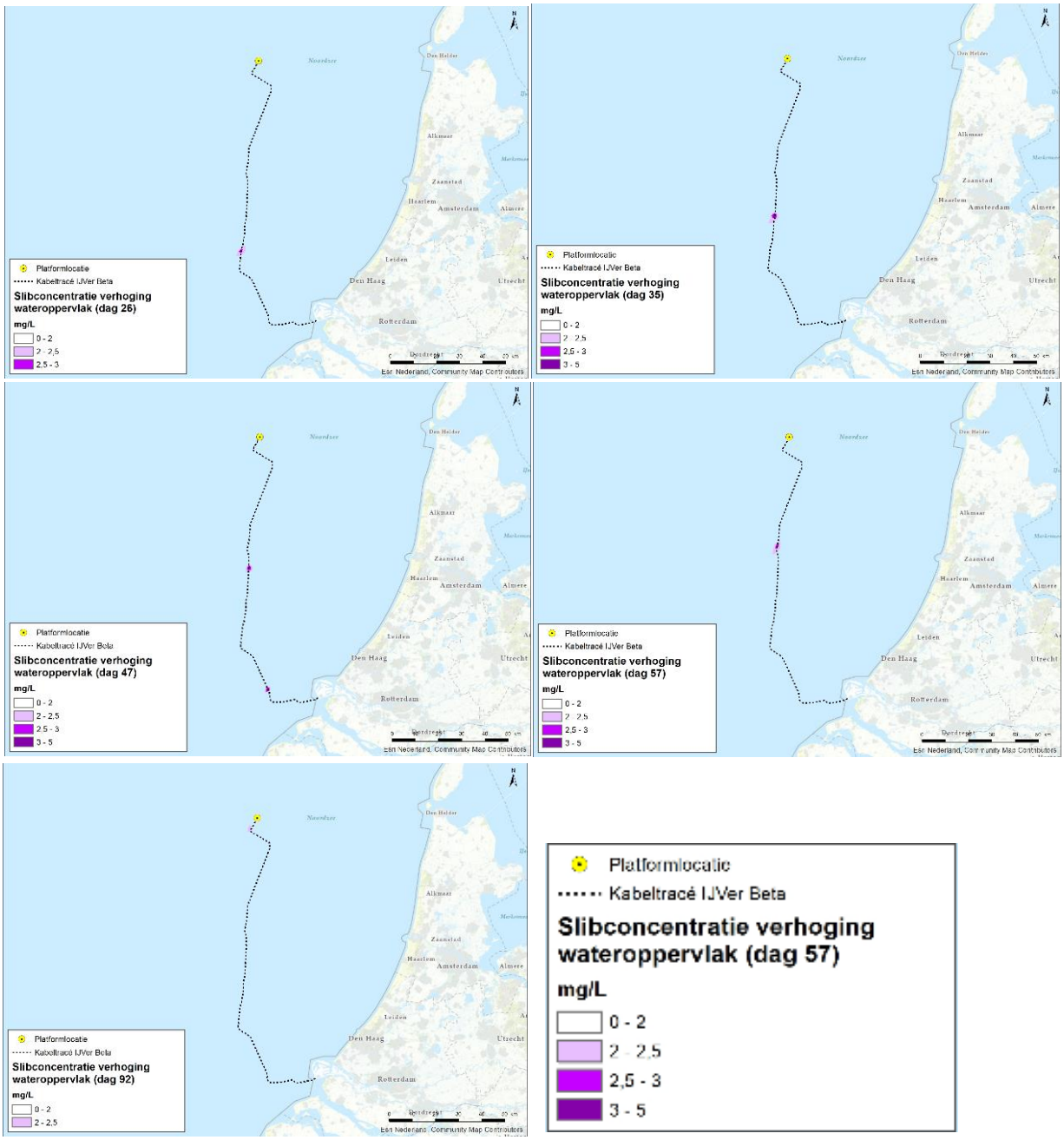
Figuur 30 Maximale omvang baggerpluim voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en voor de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts) gedurende de gehele simulatieperiode voor dieptegemiddeld (boven), wateroppervlak (rechtsboven) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)

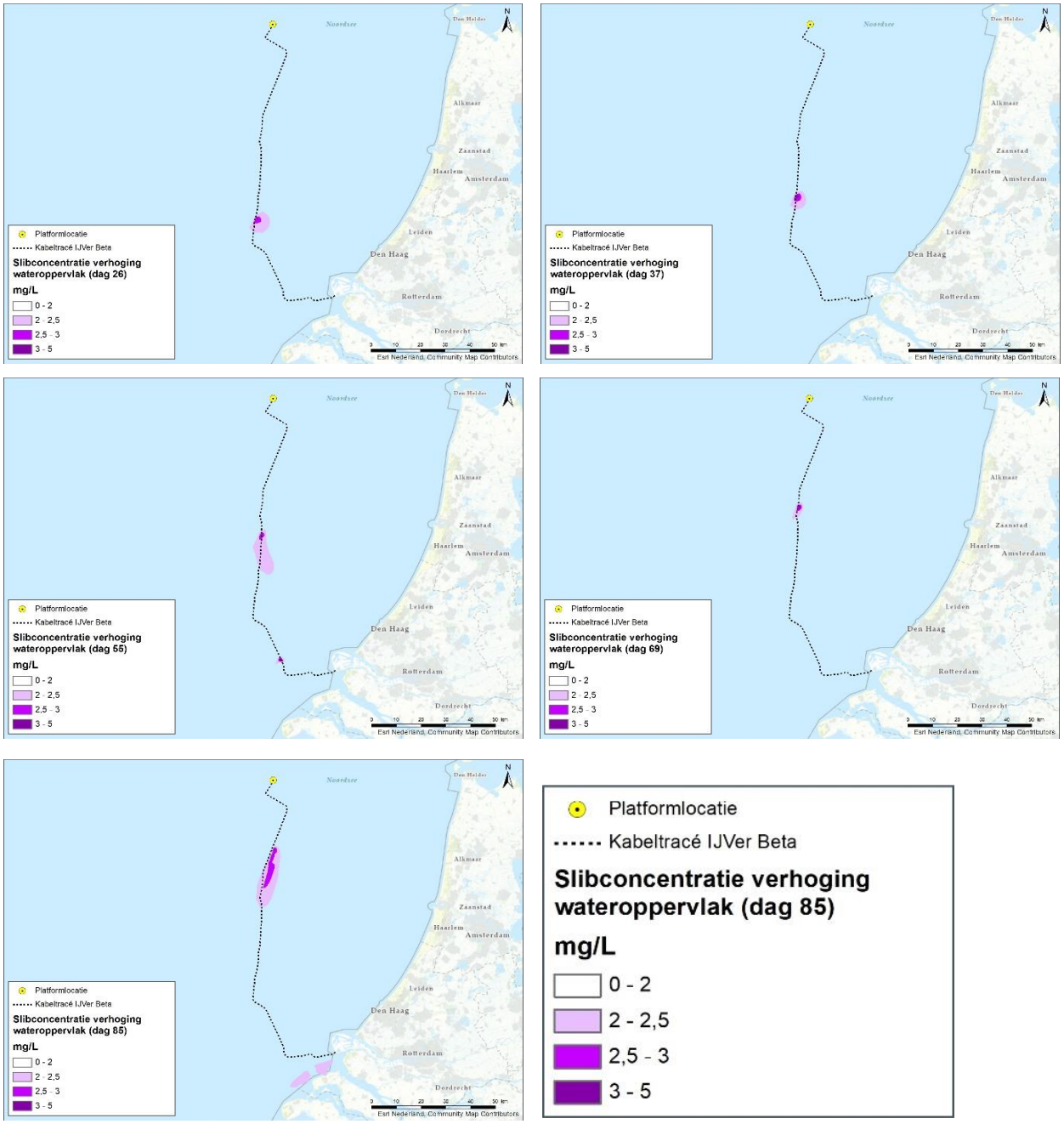
De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 30 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 31 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk. De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze 92 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling en sedimentatie wordt beschouwd. De dagen die in het onderstaande figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 57, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (92) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productie leiden en daarmee lagere vertroebeling. Op dag 57 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner zijn.

Uit deze figuren valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het VKA-tracé en neemt snelt af.
- Bij de (1x4)-kabelconfiguratie wordt de slibwolk met het grootste areaal veroorzaakt op dag 35 (zie Figuur 31) en bij de (2x2)-kabelconfiguratie wordt de slibwolk met het grootste areaal veroorzaakt op dag 85, Figuur 32. Hierbij beweegt de wolk zich door de stroming kustwaarts.
- De maximale daggemiddelde en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging is niet hoger dan 5 mg/l.



Figuur 31: Verspreiding van vertroebeling voor de (1x4)-kabelconfiguratie door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 26, 35, 47, 57, en 92.



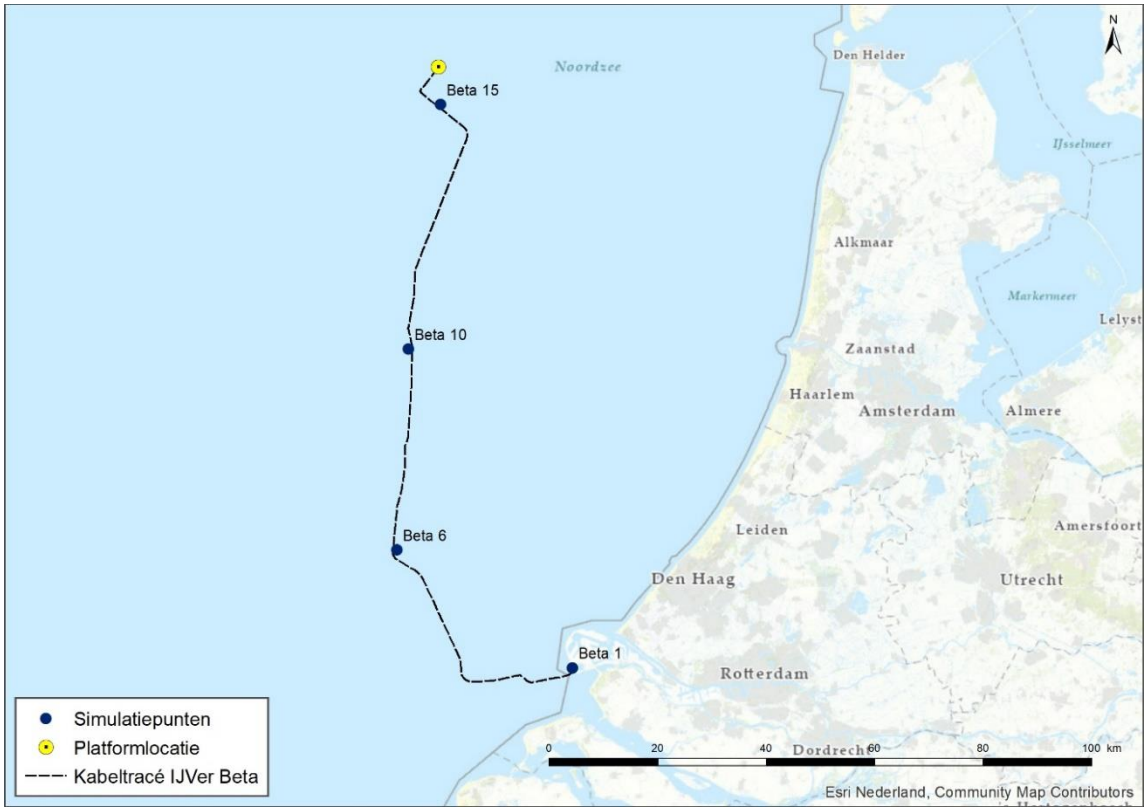
Figuur 32 Verspreiding van vertroebeling voor de (2x2)-kabelconfiguratie door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 26, 37, 55, 69, en 85

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdsperspectief)

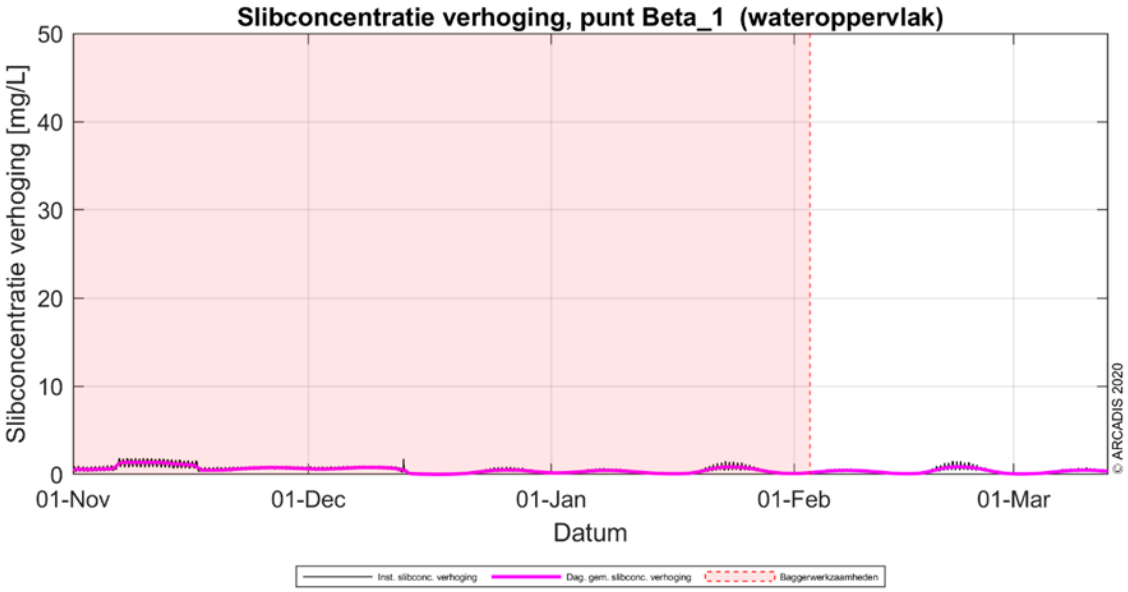
Voor beide kabelconfiguraties zijn slibmodelleerstudies uitgevoerd. In de slibmodelleerstudies zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 33 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer voor de (1x4)-kabelconfiguratie. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het VKA-tracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het VKA-tracé beschouwd.

In Figuur 34 tot en met Figuur 37 zijn de slibconcentraties aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten Beta 1, Beta 6, Beta 10 en Beta 15 voor de (1x4)-kabelconfiguratie. De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII-F is, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven (92 dagen). Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven (in totaal 42 dagen).

De tekst en figuren in deze paragraaf zijn gebaseerd op de (1x4) configuratie. De (2x2) configuratie wijkt hier dermate weinig van af, en wijze waarop de concentratieverhoging werkt is dermate hetzelfde dat deze niet separaat weergegeven is.

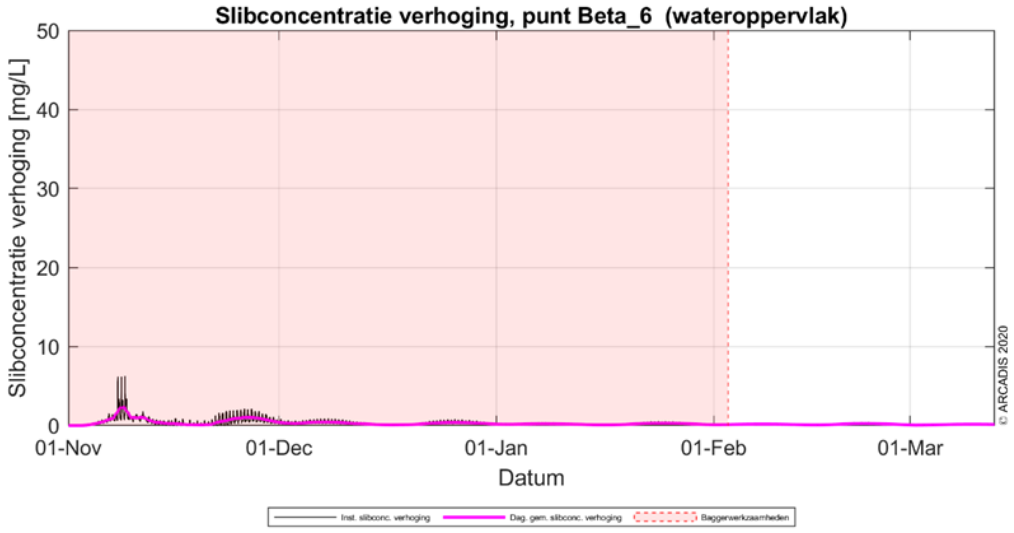


Figuur 33 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd



Figuur 34 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1, (1x4)-kabelconfiguratie

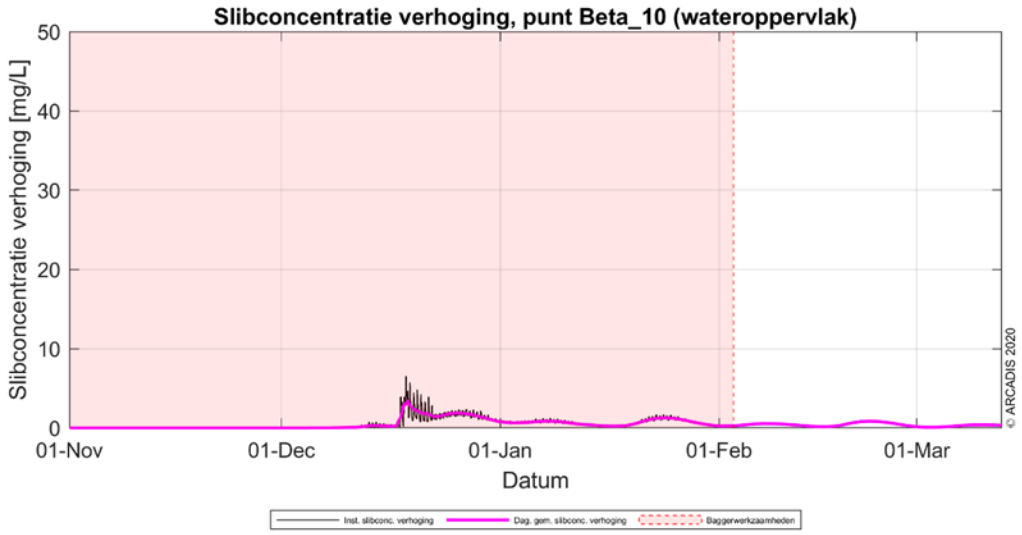
Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 34. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (eerste 6 weken), maar neemt toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze omgeving.



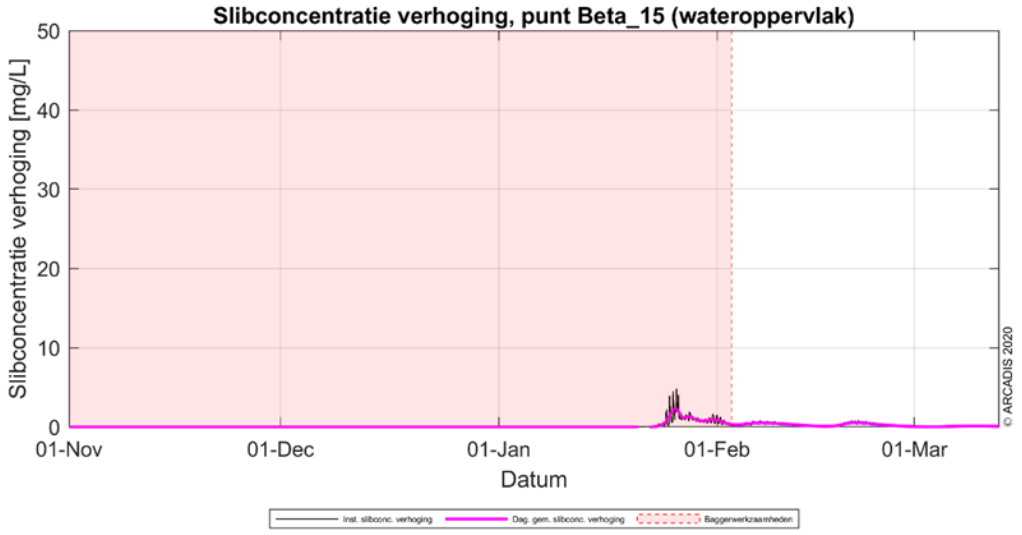
Figuur 35 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6, (1x4)-kabelconfiguratie

Rond simulatiepunt 6 (ongeveer 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van minder dan 3 mg/l. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 35

is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/l uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 0,5 mg/l.



Figuur 36 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 10, (1x4)-kabelconfiguratie



Figuur 37 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 15, (1x4)-kabelconfiguratie

Simulatiepunt 10 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 36. De werkzaamheden langs het VKA-tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot boven de 2 mg/l. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Ook noordelijker langs het VKA-tracé (nabij het platform) is hetzelfde patroon waar te nemen, waarbij tijdens het pre-sweepen van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie locatie Beta 15, Figuur 37). Vervolgens ligt de concentratie in korte tijd onder de 2 mg/l grens.

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook *(Haskoning, 2007)*

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/l), kuststrook
Jaarlijks gemiddeld	20-30
Winter gemiddeld	30-100
Zomer gemiddeld	10-20
Gedurende kalm weer	5-10
Na stormperiode	30-100

In de wintermaanden zien we vrij consistent achtergrondconcentraties van 30 mg/l in de geulen tot 80-100 mg/l op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/l in de geulen en 30-50 mg/l op de platen.

Effecten op vogels

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het kabeltracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van het slib ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Er wordt onderscheid gemaakt worden tussen oppervlaktejagers (zoals meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zoals zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht. Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele kabeltracé tegelijkertijd op. De slibpluim beweegt namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/l. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt dat voor de (1x4)-kabelconfiguratie de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 35 circa 12,5 km^2 is. Ter indicatie, dit is minder dan 0,03% van het totaaloppervlak (ruim 57.000 km^2) van het NCP. De maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 84 is bij de (2x2)-kabelconfiguratie circa 195 km^2 (0,34% van oppervlakte NCP). De maximale waarde, direct langs het VKA-tracé, is 4,9 mg/l (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten, zoals de alk en zeekoet, komt de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging bij beide kabelconfiguraties niet boven de 3,6 mg/l (daggemiddelde). De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor de duikende vogels geldt dat

voor de (1x4)-kabelconfiguratie de maximale grootte van de slibwolk in de waterkolom op dag 55, circa 95 km^2 is (minder dan 0,2% van het NCP). De maximale grootte van de slibwolk in de waterkolom is op dag 84 bij de (2x2)-kabelconfiguratie is circa 390 km^2 (0,68% van oppervlakte NCP). Binnen een periode van enkele dagen tot maximaal een week daalt ook deze slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/l.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/l is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor (zichtjagende) vogels. Er is voor beide kabelconfiguraties dan ook geen sprake van een effect op populatieniveau.

Effect op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk verstoord raken. De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F is deze slibmodelleerstudie opgenomen, in Figuur 31 en Figuur 32 zijn resultaten hiervan weergegeven voor respectievelijk de (1x4)-kabelconfiguratie en de (2x2)-kabelconfiguratie. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen. Hoewel de slibwolk een groot deel langs de kust beslaat, gaat het om zeer lage concentraties, die slechts enkele dagen op de locatie zullen zijn. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen echter de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaatsvindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrièrewerking is op de trekvissen. Anadrome vissen, zoals houting, steur, rivierprik, zeeprik, elft en fint, zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (in dit geval voornamelijk via het haringvliet en de voordelta) optrekken om te paaien om vervolgens daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang.

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen is sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Parsley et al., (2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Alle soorten trekvissen die door het Haringvliet of de Voordelta trekken zijn bovendien gewend aan vertroebeling. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie

(Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvissen (behalve salmoniden) migreren bijvoorbeeld tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Effect op vissen in het algemeen

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l (!) met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

In zijn algemeenheid kunnen op vis prederende vissoorten wel hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zal zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren. Vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft bij beide kabelconfiguratie een verwaarloosbaar effect op overige vissoorten.

Effect op filterfeeders

Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/l gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/l tot 200 mg/l bij rustig tot ruiger weer. Ongeveer 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/l uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat moeten zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloed. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de zwaardschede *Ensis directus* liet een verminderd filtervermogen zien bij hoge slibconcentraties van 200 mg/l (Witbaard & Kamermans, 2010). Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). De conclusie is dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkelpopulatie.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via 'deposit feeding', waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Het nonnetje en de platte slijkgaper kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten, zoals het nonnetje en de platte slijkgaper, minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).

De zandkokerworm heeft waarschijnlijk een grote tolerantie heeft voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom (Pearce, 2017). Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55,5 mg/l SPM) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconstateerd dat wormriffen niet tot nauwelijks gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling, tenzij de concentraties boven de 50 mg/l komen, en dit is niet het geval.

Uit de slibmodelleerstudie voor beide kabelconfiguraties blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 10 mg/l en na een periode van dagen tot enkele weken weer afnemen tot het achtergrondniveau. Dit is een fractie (5%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

De effecten van vertroebeling op aanwezige macrofauna zijn gelimiteerd tot de directe omgeving van het kabeltracé. Concluderend kan gezegd worden dat filterfeeders in verschillende mate het vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. De soorten die dit niet kunnen zullen echter ook geen last hebben van de verstoring, aangezien het slechts van korte duur is. Filterfeeders ondervinden bij beide kabelconfiguraties geen effect van de werkzaamheden. Effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan voor beide kabelconfiguraties ook uit te sluiten.

Primaire productie

Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. Primaire productie is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met ca. een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014). Verder bestaan er de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (door fosfor in een brede strook langs de kust en door stikstof op open zee) (Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer, maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Matsumoto et al., 2014), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar voor beide kabelconfiguraties.

4.2.3 Sedimentatie

In deze paragraaf wordt het effect van sedimentatie op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van sedimentatie op macrofauna van belang

Als gevolg van het ingraven van de kabel vindt er vooral sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag plaats rondom de aan te leggen zeekabels zelf. Figuur 38 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatiesnelheden van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreden tijdens de werkzaamheden voor beide kabelconfiguraties. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* tolereert (Bijkerk, 1988). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppige als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden aan sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort. Om de effecten van sedimentatie te toetsen wordt de maximale sedimentatie snelheid aangehouden die de meest gevoelige soort tolereert, dit is 1 cm per maand (0,33 mm/dag).



Figuur 38 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mm/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden voor de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en voor de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

Op het NCP treedt sedimentatie op met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag in een gebied van circa 250 km^2 voor de (1x4)-kabelconfiguratie en circa 280 km^2 bij de (2x2)-kabelconfiguratie (zie Figuur 38). Veel schelpdieren hebben een hogere tolerantie voor sedimentatie. Op dit oppervlak zullen dus mogelijk enkele, maar zeker niet alle schelpdiersoorten negatieve effecten ondervinden. Ook overlapt een deel van dit areaal met het door habitataantasting beïnvloedde areaal (zie paragraaf 4.2.7).

Ten slotte zal het habitat binnen afzienbare tijd herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals

verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten zullen daarom bij beide kabelconfiguraties niet merkbaar zijn op systeemniveau.

4.2.4 Verstoring door continu onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van continu onderwatergeluid op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van continu onderwatergeluid op vissen en zoogdieren van belang.

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 km, zoals toegelicht in paragraaf 3.4. In totaal wordt bij beide kabelconfiguraties een areaal van circa 1.500 km^2 verstoord. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard, en zal dus niet in het hele areaal gelijktijdig optreden. In het geval van de (2x2)-kabelconfiguratie zal er een extra boot meevaren, maar het verstoorde areaal blijft hetzelfde als bij de (1x4)-kabelconfiguratie. Bovendien is de hoeveelheid scheepsvaart in grote delen van het projectgebied op het NCP relatief hoog (uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Beta). Hieruit blijkt dat er in dit gebied op veel plekken een scheepsvaartintensiteit van >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Daarbij komt dat er vrijwel geheel binnen de bestaande vaarweg wordt gebleven, waar de scheepsvaart intensiteit het hoogst is. Zodoende wordt het oppervlakte verstoord gebied, en de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot. Individuen die gevoelig zijn voor onderwater verstoring zullen waarschijnlijk al deze gebieden met hoge scheepsvaartintensiteit mijden. Voor individuen die toch worden verstoord is ruim voldoende onverstoord areaal aanwezig om naar uit te wijken.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeezoogdieren en vissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary Threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus bij beide kabelconfiguraties ook verwaarloosbaar.

4.2.5 Verstoring door impuls-onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van impuls-onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren van belang.

Leeswijzer

Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 wordt voor het platform de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen en de tweede ronde aan geofysische surveys beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op zeehonden, bruinvissen en trekvissen behandeld in deelparagrafen. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie, net zoals er voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid is. Deze wordt ook

toegelicht. De berekende verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen worden besproken in paragraaf 3.5.

Modelstudie en drempelwaarden
Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met Aquarius 4.0 gemaakt (Bijlage VII-E). Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Verder wordt uitgegaan van een paaldiameter van 2,5 meter. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (De jong et al., 2019).

Geluidsnormen
De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Beta is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 µPa2s (op 750 m) voor de platforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heilocatie is een maximumwaarde van ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 μPa^2s, bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2.000 kJ. Volgens deze berekeningen is de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 1 dB lager dan de afgeleide grenswaarde uit het KEC. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben. Het risico van een overschrijding van de geluidsnorm kan daarom niet worden uitgesloten.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen hoger is dan de grenswaarde. Deze overschrijding is te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (de Jong & Binnerts, 2020). Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Omdat de overschrijding van de geluidsnorm op de rand van de geschatte modeloverschrijding zit, kan wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden
Bij het heien dienen een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (de Jong & Binnerts, 2018). Aan deze maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Door de hei-werkzaamheden is een areaal van 185 km^2 tijdelijk niet beschikbaar als leef- en foerageergebied. Het platform bestaat worst-case uit 16 palen. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case). De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Het gebied is daarom tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen kan dit areaal nog kleiner worden. Daarnaast zullen er ook nog surveys worden uitgevoerd. Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys. In de berekening is uitgegaan een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km^2. De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dag van 2,01 km^2 met een verstoringsoppervlak van 24 km^2 per dag. Mogelijke mitigerende maatregelen, zoals een slow start en een ADD, kunnen ook deze verstoringsoppervlakte verminderen.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (Aarts et al., 2016). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen
Impuls-onderwatergeluid door heiactiviteiten

Bij het heien dienen een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (de Jong & Binnerts, 2018).

Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden (omdat deze dieren gevoeliger zijn) en zwemmen langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest, kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (TTS en PTS) en een dodelijk effect op dieren niet uitgesloten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend hoeveel bruinvisverstoringsdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. De uitgangspunten die in het KEC gebruikt worden voor platform en Net op zee IJmuiden Ver Beta staan in Tabel 8. In het KEC wordt voor deze berekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC-aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen.

Als er binnen het aantal bruinvisverstoringsdagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC.

Tabel 8 ID 56 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Aannames voor platform IJmuiden Ver Beta in de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019)

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Toegewezen bruinvis-verstoringsdagen
56	IJV Beta Platform	2027	-	18	168	16.002

Bij de aanvraag voor ontheffing voor de eerste ronde geofysische surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn echter bruinvisverstoringsdagen van het platform gebruikt om een tekort aan in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen[3] voor de surveys op te vangen (Schiedon & Jans, 2021). Hierbij zijn bruinvisverstoringsdagen gebruikt van de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Per platform zijn er zodoende 109 bruinvisverstoringsdagen[4] van het platform reeds gebruikt. Als dit in mindering wordt gebracht op het toegewezen aantal bruinvisverstoringsdagen voor platform IJmuiden Ver Beta blijven er 15.893 dagen over.

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend. Hierbij zijn actuelere uitgangspunten gebruikt voor de bouw van het platform, dan de uitgangspunten gebruikt in het KEC die staan in bovenstaande tabel

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 961 km^2. Volgens het meest recente KEC, is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het studiegebied maximaal 0,721/km^2 in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km^2 in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km^2 in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er worst-case 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringsdagen daarmee respectievelijk op:

- 11.086 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (16 * 961 * 0,721).
- 10.732 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (16 * 961 * 0,698).
- 6.826 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (16 * 961 * 0,444).

Dit is geen overschrijding van het toegewezen aantal bruinvisverstoringsdagen voor het heien van platform IJmuiden Ver Beta (16.002 bruinvisverstoringsdagen). Tevens is er geen overschrijding van het toegewezen aantal dagen wanneer de survey dagen die al gebruikt zijn hiervan afgetrokken worden (maximaal 11.086 dagen benodigd t.o.v. 15.839 dagen beschikbaar).

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys
Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 worden voor de realisatie van de kabelverbinding meerdere geofysische surveys uitgevoerd. De tweede ronde surveys worden beoordeeld in deze toets, en bestaat uit detail geofysische studies voor kabel en platform, UXO surveys en post lay survey voor de kabel. Voor de eerste ronde heeft TenneT een separaat traject doorlopen. Om te bepalen of het uitvoeren van deze eerste ronde (“globale”) surveys van het VKA-tracé binnen het toegewezen aantal dagen (zie Tabel 9) blijft, zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend in een notitie van ATKB (Schiedon & Jans, 2021). Het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen in het KEC is gebaseerd op

[3] Voor de eerste surveys waren 1.636 bruinvisverstoringsdagen nodig, versus 1.311 in het KEC beschikbaar
[4] 1.636 (voor surveys benodigde bruinvisverstoringsdagen) -1.311 (voor surveys beschikbare dagen) = 325 / 3 (het totale aantal platforms) = 109 bruinvisverstoringsdagen voor eerste ronde surveys per platform.

een scenario met drie kabels voor Net op zee IJmuiden Ver (zie Tabel 9). De toegewezen bruinvisverstoringsdagen moeten voor deze drie kabeltracés gezamenlijk beoordeeld worden.

Tabel 9 Nr's 106 en 109 uit Bijlagetabel 8-3 uit het KEC. Uitkomst is het aantal toegewezen Bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het uitvoeren van de globale en gedetailleerde geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr.	Naam	Toegewezen bruinvisverstoringsdagen
106	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311
109	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311

De bruinvisverstoringsdagen van no. 106 zijn reeds gebruikt voor de eerste globale surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Uit de berekeningen hiervan blijkt dat het aantal bruinvisverstoringsdagen uitkomt op 2.711 wanneer er 30 dagen in het voorjaar en 90 dagen in de zomer wordt gewerkt (Schiedon & Jans, 2021). Zoals toegelicht in paragraaf 3.5wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys.

In de berekening is uitgegaan een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km^2. De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dan van 2,01 km^2 met een verstoringsoppervlak van 30,5 km^2 per dag.

Wanneer met deze aannames een worst-case berekening per seizoen wordt gemaakt voor de tweede ronde (“gedetailleerde”) surveys van de kabeltracés komt dat neer op:

- 2.420 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt
  (281/ 2,01 * 24 * 0,721)
- 2.342 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt
  (281/ 2,01 * 24 *0,698)
- 1.490 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt
  (281/ 2,01 * 24 * 0,444)

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat gereserveerd is in het KEC voor deze activiteit (1.311) wordt dus overschreden door de geplande werkzaamheden.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de tweede ronde surveys te worden uitgevoerd. Er is nu aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de eerste ronde surveys. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze watertoets opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te worden getroffen. Deze moeten ter goedkeuring in een aanpassing op de ontheffingsaanvraag voorgelegd worden aan het bevoegd gezag.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op vissen

Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat

het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (o.a. van den Akker & van den Veen, 2013; Van Duin, et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin vissen ongehinderd zich kunnen bewegen. Gezien de ligging van het platform ten opzichte van de kust zal impuls-onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvissen veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP). Effecten op populatieniveau zijn voor vissen uit te sluiten.

Conclusie
In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC, de effecten op bruinvissen via het aantal in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen voor het heien van het platform en het uitvoeren van geofysische surveys en effecten op zeehonden en trekvissen.
Op basis van de huidige berekeningen van TNO is overschrijding van de geluidsnorm niet uit te sluiten (zie paragraaf 4.2.5). Het aantal bruinvisverstoringsdagen voor plaatsing van het platform wordt niet overschreden. De mogelijke geluidsnormoverschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel, zoals bijvoorbeeld een bellenscherm of het heien met een lagere energie. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringsdagen minder.

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de tweede ronde surveys overschrijdt wel de hiervoor berekende capaciteit. Het is voor bruinvissen echter irrelevant door welke vorm van verstoring (heien of geofysische surveys) verstoring optreedt. Er zijn in het KEC meer bruinvisverstoringdagen toegewezen voor de aanleg per platform van IJmuiden Ver dan nodig. Verdeeld over de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn 588 bruinvisverstoringsdagen per platform[5] nodig om met de geofysische surveys binnen de berekende limiet voor het totale project te blijven. Deze ruimte is er. Voor de realisatie van het platform IJmuiden Ver Beta zijn nog 4.807 van de in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen niet gebruikt[6]. De benodigde 370 dagen voor de surveys passen hierbinnen.

In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringsdagen nog anders (waarschijnlijk lager) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de tweede ronde surveys is nog niet bekend. Voordat deze kunnen starten moet daarom een uitgebreide berekening gedaan worden op basis van de daadwerkelijke scope van de surveys.

[5] 2.420 (totale benodigde bruinvisverstoringsdagen voor de geofysische survey) - 1.311 (in het KEC toegewezen dagen) = 1.109 (maximale overschrijding door geofysische survey)
1.109 (benodigde bruinvisverstoringsdagen) / 3 (aantal platforms in project) = 370 dagen per platform
[6] 16.002 (in het KEC toegewezen bruinvisverstoringsdagen voor platform IJmuiden Ver Beta) – 11.086 (worst-case dagen benodigd voor platform IJmuiden Ver Beta) - 109 (dagen gebruikt voor eerste ronde surveys (buiten deze toetsing)) = 4.807

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden en de tweede ronde surveys voor aanvang kunnen onacceptabele effecten op de bruinvis- en zeehond populaties worden uitgesloten.

4.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht

In deze paragraaf wordt het effect van bovenwaterverstoring op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1) en Voedselwebben (D4) beschouwd. Hiervoor is het effect van bovenwaterverstoring op vogels en zeehonden van belang. Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt (zie paragraaf 3.6.2), deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring.

Vogels

Rondom het VKA-tracé komen zeevogels voor, zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw (Fijn et al., 2019; Leopold & van Der Wal, 2015). De reikwijdte van bovenwaterverstoring is 500 meter voor vogels in het algemeen en 1.500 meter voor ruiende vogels, zoals toegelicht in paragraaf 3.6.

Figuur 24 toont de reikwijdte van het effect van bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard, en zal dus niet over de hele verstoringscontour gelijktijdig optreden. Bij de verstoringscontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels blijft voldoende onverstoord areaal beschikbaar om bij verstoring naar uit te wijken.

Ruiende vogels zijn in de ruiperiode kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringsfactoren. Alken, zeekoeten en grote jagers maken tijdens de rui gebruik van het NCP.

Grote Jagers ruien tijdens de trek. Ze ruien niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar bij beide kabelconfiguraties.

Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; St. John Glew et al., 2018). Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint

voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari tot en met maart. Tijdens de rui hebben de dieren een beperkt vliegvermogen.

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voorin het Noorden van het VKA-tracé. Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2018-2019 van circa 10,9 (januari) tot 79,0 (februari) individuen per km^2 en voor alk 2,9 (januari) tot 5,4 (februari) individuen per km^2 (Fijn et al., 2019). Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit aantal is exceptioneel hoog, doorgaans liggen de seizoensmaxima van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 10 tot 3 lager, namelijk tussen de 10.000 en 30.000 individuen (Fijn et al., 2020; Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het VKA-tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het VKA-tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de ruiperiode van juli tot en met de eerste helft van september, wanneer zeekoeten ruien in de omgeving van de Bruine Bank, zijn de aantallen ruiende vogels lager. De maximale dichtheid lag in augustus 2018 rond de 0,765 individuen per km^2, in augustus 2019 waren ze zelfs geheel afwezig (Fijn et al., 2019, 2020). Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren (Fijn et al., 2019).

De werkzaamheden zouden met een verstoringscontour van 1.500 meter over een lengte van 70 km leiden tot een verstoord oppervlak van circa 210 km^2. Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met gegevens uit 2018. Zoals hierboven al beschreven is, is dit het jaar met de hoogste gevonden aantallen bij de vliegtransecten (Fijn et al., 2019). Door te rekenen met het exceptioneel hoge aantal uit telseizoen 2018-2019 wordt dus een worst-case scenario aangehouden, normaal liggen zeekoet aantallen een factor 10 tot 3 lager. Ook worden de geschatte maximale dichtheden genomen. Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van februari genomen, aangezien dit van de meetpunten in deze gevoelige periodes (januari en februari) van alk en zeekoet de hoogste dichtheden betreft. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de aantallen in augustus.

In 2018 zouden werkzaamheden in de ruiperiode in augustus tot verstoring van circa 160 ruiende zeekoeten hebben geleid. Alken zijn dan niet aanwezig en worden zodoende niet verstoord. Grotere aantallen zeekoeten zitten in deze periode noordelijker (Fijn et al., 2019). Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van circa 0,01 % van de deze populatie. In februari 2018 zouden de werkzaamheden resulteren in verstoring van circa 16.600 zeekoeten en 1.100 alken. Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 1% en circa 0,33% van de populatie.

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord, zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde voor beide kabelconfiguraties.

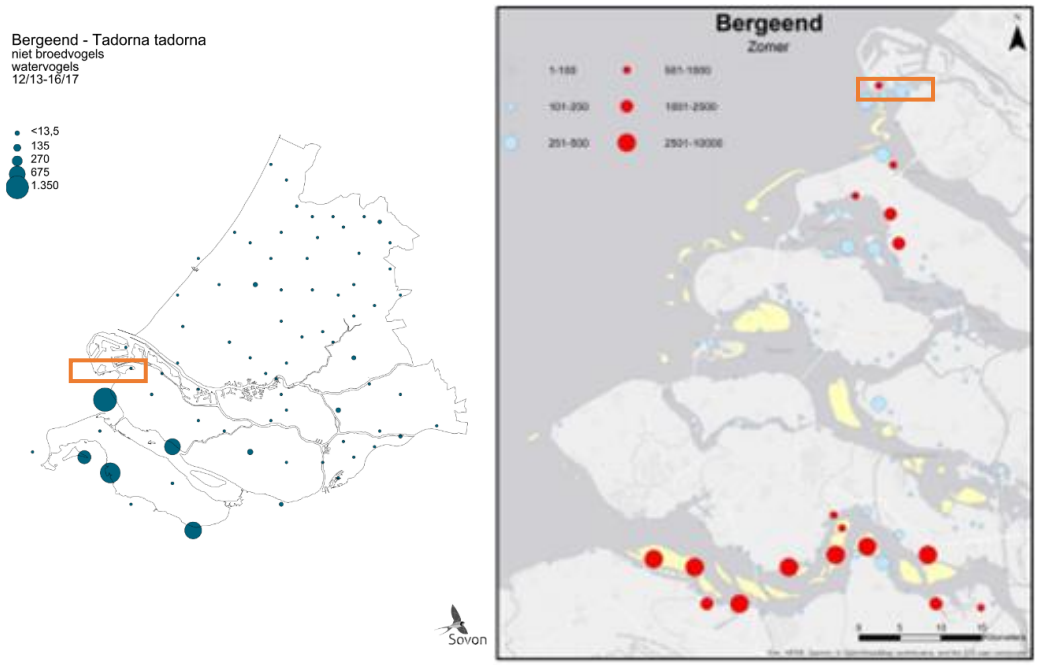
Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het

zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is (en alken geheel afwezig zijn), zijn effecten op de populatie uit te sluiten voor beide kabelconfiguraties.

Naast het gegeven dat het verstoorde oppervlak relatief klein is ten opzichte van het totaal beschikbare areaal, is de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, dit is uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Beta. Doorgaans is de scheepsvaartintensiteit langs het tracé hoog, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.

Zoals Figuur 39 laat zien komen in de slufter op de Maasvlakte, rondom de plek waar het VKA-tracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor in het ruiseizoen. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002).

Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden van beide kabelconfiguraties. Ruiende bergeenden in de slufter kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie Figuur 39. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er geen verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt. Om verstoring te voorkomen wordt een vogelwaarnemer ingezet. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden en kan verstoring van ruiende bergeenden worden voorkomen voor bij beide kabelconfiguraties.

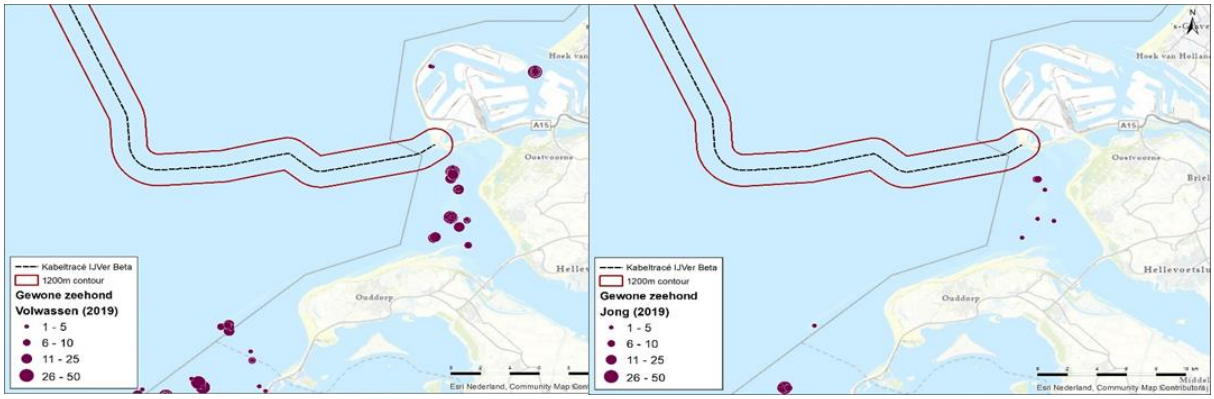


Figuur 39 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte, (Hoekstein et al., 2020). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

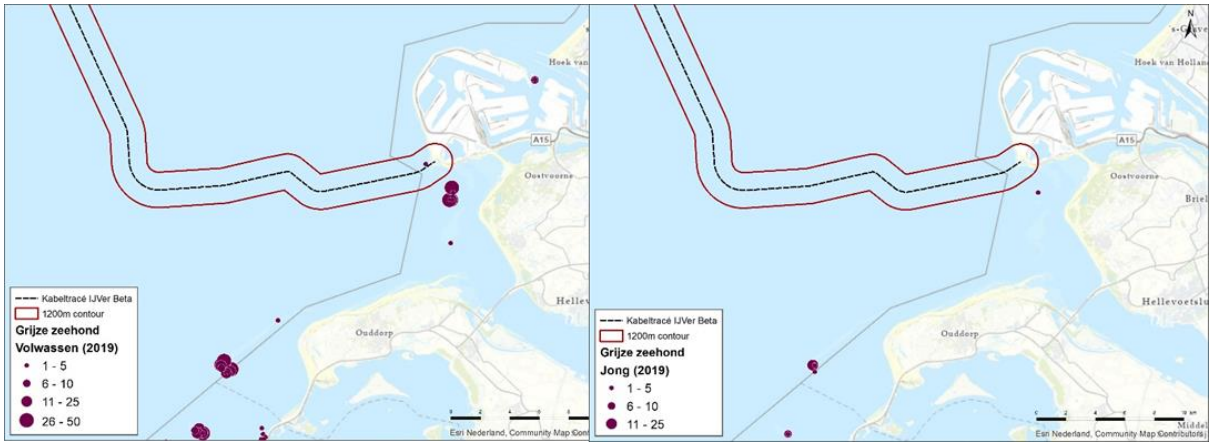
Zeehonden

De Hinderplaat nabij de kust wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (buiten de verstoringscontour, zie Figuur 40 en Figuur 41). Ook gebruikt de grijze zeehond de stranden rond het overgangspunt van het VKA-tracé van zee naar land als rustplaats (in zeer lage mate, in 2019 zijn daar 1-5 grijze zeehonden waargenomen). In de huidige ligging van de platen raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de Hinderplaat in het noordelijke deel, met zeer beperkte overlap.

In voorgaande paragraaf is omschreven dat de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart in het projectgebied relatief hoog is, zo ook hier (voor verdere details zie Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Beta). Op dit traject is een hoge scheepsvaartintensiteit aanwezig, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.



Figuur 40 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden (links) en van jonge gewone zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).



Figuur 41 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehonden (links) en van jonge grijze zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (Ministerie van Economische Zaken, 2014b, 2014a). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter, waardoor het niet mogelijk is te vorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het VKA-tracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied.

Als mitigerende maatregel kan een professionele zeehondwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Hierdoor hoeven de werkzaamheden niet tijdens het gehele zoogseizoen gestopt te worden.

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is vrij toegankelijk voor bezoekers. Ook loopt er een doorgaande weg langs het gebied. Het gebied is zodoende al verstoord waardoor individuen die hier hinder van ondervinden

zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar.

Volwassen zeehonden kunnen uitwijken van verstoringsbronnen en hiervoor blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

Wanneer als mitigerende maatregel een professionele zeehondwaarnemer wordt ingehuurd die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt, zijn er geen negatieve effecten op populatieniveau bij beide kabelconfiguraties.

4.2.7 Habitataantasting en verandering

In deze paragraaf wordt het effect van habitataantasting en verandering op de descriptoren Biologische diversiteit (D1), Niet-inheemse soorten (D2), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), Integriteit van de zeebodem (D6) en Hydrografische eigenschappen (D7)) beschouwd.

De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.7. Door het leggen van de kabels en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er kan op het NCP door de aanleg van het VKA-tracé aantasting plaatsvinden van minder dan 0,02% (circa 9 km^2) van het NCP bij de (1x4)-kabelconfiguratie. Bij de aanleg van het VKA-tracé met een (2x2)-kabelconfiguratie vindt er aantasting plaats van circa 9,5 km^2 wat minder is dan 0,02% van het NCP.

Er zal sprake zijn van lokale, tijdelijke habitataantasting. Dit oppervlak is zeer klein ten opzichte van de oppervlakte van het NCP. Hierna zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van metalen aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; van der Stap, et al., 2016).

Ten slotte is habitataantasting van de zeebodem een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist, et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Bij beide kabelconfiguraties zullen negatieve effecten daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

4.2.8 Elektromagnetische velden

In deze paragraaf wordt het effect van elektromagnetische velden op de descriptoren Biologische diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), en Toevoer van energie (D11) beschouwd.

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen (bijv. haaien en roggen), ongewervelden (bijv. krabben) en bepaalde zeezoogdieren (bijv. bepaalde dolfijnsoorten) (zie de Bijlage VII-D). Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (zoals bijvoorbeeld beschreven in Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). In de volgende paragrafen is voor de soortgroepen uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV.

Schaal- en schelpdieren
Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al., (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) werd het ruimtelijke gedrag en de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 µT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51,3 µT) van een gelijkstroomstroomkabel (330 MW, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van 0,4 µA/cm2 (Snoek et al., 2016).

Benthische en demersale vissen
Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen, waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol, komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 µT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden

waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een magnetisch veld van een wisselstroomkabel (115 kV, geen magneetveldsterkte genoemd) passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Pelagische vissen (magnetische velden)
Zoutwatertrekvissen kunnen mogelijk effecten ondervinden van magnetische velden. Beschermde of gevoelige soorten die belangrijk zijn voor de Noordzee zijn fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), houting (*Coregonus oxyrunchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*). De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam. Dit zijn elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is geen informatie over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Van soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 µT kan waarnemen (Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn en dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015).

Elasmobranchen (elektrische velden)
Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai, is bekend dat deze elektrische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze door een veld van 5 Hz bij een spanningsgradiënt van 0.01 µV/cm (volt per centimeter) zwom (Fisher & Slater, 2010). Een experiment van Gill et al., (2009) heeft aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, en kan er niets gezegd worden over de effecten van elektrische velden op soortniveau. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor magnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al., (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven gelijkstroomkabel sterke gedragsverandering vertoonde ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het magnetisch veld hoger was dan 52,6 µT, zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren. Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen

kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen en is kabelbijten (het stukbijten van kabels op de zeebodem) van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren (magnetische velden)
Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Zeehonden zijn lichamelijk niet in staat EMV waar te nemen omdat er geen aanwezigheid is van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen. Hierdoor worden zeehonden niet verder meegenomen in deze analyse.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger et al., (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann et al., (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking.

Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 µT, zoals beschreven in Normandeau et al., (2011) en Snoek et al., (2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In Kirschvink, (1990) waar deze data vandaan komen, is gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeldt Snoek et al., (2016)dat het ook mogelijk is dat de bruinvis geen last heeft gehad van fluctuaties in magnetisch veld, maar dat het komt door de morfologie van de zeebodem. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Er is op 350-400 meter hoogte gemeten. Hieruit bleek dat veranderingen van 0.05 µT (op deze hoogte) in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent dat als de veldsterkte op de zeebodem ertoe leidt dat er 0.05 µT gemeten wordt op een hoogte van 350-400 meter, deze dieren verstoord zouden raken. Is het magneetveld zwakker, dan is er geen effect aantoonbaar. Alleen voor de gewone dolfijn en tuimelaar zijn aanwijzingen gevonden dat ze op magneetvelden kunnen reageren, voor de rest van de soorten is nog een kennisleemte (Zoeger et al., 1981). Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van magnetische velden.

Conclusie
Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaardes. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT, allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta, zoals berekend door van Essen (2020, 2021b) voor de (1x4) en (2x2)-kabelconfiguraties, in Figuur 25 en Figuur 26.

Over de effecten op de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, er zijn nog veel kennisleemtes over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Bij slechts een enkele soort (tuimelaar en gewone dolfijn) zijn aanwijzingen voor gevoeligheid voor magnetisme. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 µT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch veld sterk afneemt naarmate de afstand tot de kabel toeneemt, zal deze waarde van 0.05 µT bij beide kabelconfiguraties niet bereikt worden op 350-400 meter hoogte met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd.

4.3 Toetsing

4.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de activiteit aan elk van de descriptoren van de KRM, beschreven in paragraaf 4.1, getoetst. Dit wordt gedaan aan de hand van de beschreven effecten in paragraaf 4.2. Tabel 6 toont welke effecten voor welke descriptoren relevant zijn.

4.3.2 D1. Biologische diversiteit

In hoofdstuk 3 zijn de mogelijke gevolgen van het project beschreven en onderzocht op hun reikwijdte. In paragraaf 4.2 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen van het Noordzee ecosysteem in kaart gebracht en onderzocht. Om een totaaloverzicht van de effecten van de voorgenomen activiteiten op de biologische diversiteit te creëren zijn deze samengevat en gecategoriseerd in Tabel 10. De categorieën zijn als volgt: neutraal (kleurloos) geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

*Tabel 10 Effecten op de biologische diversiteit voor beide kabelconfiguraties. *neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Gevolg	Soortgroep	Effect	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Trekvissen	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren, vissen	Lokale en tijdelijke verstoring van individuen, die een vermijdingsreactie kan veroorzaken. Er blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Met toepassing van mitigerende maatregelen wordt binnen de geluidsnorm en het toegestane aantal bruinvisdagen gebleven. Effecten van impulsgeluid op zeezoogdieren leiden hoofdzakelijk tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben. Gehoorgevoelige vissen zullen vermijdingsreacties vertonen. Zoutwatervis wordt slechts zeer lokaal verstoord, er ontstaat geen migratie barrière. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Bovenwater verstoring	Vogels, Zeehonden	De werkzaamheden resulteren in een tijdelijke verstoring, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden. Bij verstoring tussen juli en de eerste helft van september een relatief grotere impact op zeekoeten aangezien ze niet kunnen vliegen. Vanwege het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn populatie-effecten uit te sluiten. Met een mitigerende maatregel zijn verstoring van zogende en jonge zeehonden, en effecten op populatieniveau uit te sluiten.	
Habitataantasting en verandering	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies door kabelaanleg, zal na 2-5 jaar herstellen. Op de platformlocaties zal het habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	
Elektromagnetische straling	Zeezoogdieren, gevoelige vissen,	Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten	

Uit Tabel 10 blijkt dat de meeste effecten voor beide kabelconfiguraties geen gevolgen hebben en er verder sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foerageergedrag en -gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Verstoring boven water heeft een tijdelijke impact op vogels, maar er is voldoende door de werkzaamheden onverstoord leefgebied beschikbaar om naar uit te wijken. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn effecten op de populatie uit te sluiten. De aanwezigheid van jonge of zogende zeehonden op de hinderplaat is niet uit te sluiten. Met het nemen van een mitigerende maatregel is verstoring van jonge en zogende zeehonden te

voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten voor beide kabelconfiguraties.

De vertroebeling die optreedt bevindt zich in nutriëntgelimiteerd gebied tijdens de zomer, in de winter is de primaire productie activiteit echter zo laag dat het bijkomend effect van tijdelijke lokale vertroebeling verwaarloosbaar is. Verminderde lichtinval als gevolg van vertroebeling door de activiteit zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in het Noordzeegebied. Ook treedt geen barrièrewerking voor trekvissen op. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich aan te passen aan tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 2 tot 5 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook worden er extra kansen gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. Die kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitatverwoesting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten op zichtte van het gehele Noordzeegebied.

Op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden is het niet aannemelijk dat zeehonden of trekvissen een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Walvissen en dolfijnen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van beide kabelconfiguraties van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten van beide kabelconfiguraties geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

4.3.3 D2. Niet-inheemse soorten

Aanlegfase
Tijdens de aanlegfase worden geen exoten geïntroduceerd in het systeem. Voor de aanleg worden schepen met anti-exootsystemen gebruikt die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

Impact activiteiten
De geplande activiteiten veroorzaken een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem. Hierdoor ontstaan er kansen voor soorten om zich te vestigen. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuwe habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen settelen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste)

exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste soorten aangetroffen (Coolen et al., 2015; van der Stap et al., 2016). Zodoende wordt er voor beide kabelconfiguraties geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

4.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

De geplande activiteiten hebben geen directe impact op de vis, schaal- en schelpdierpopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen ondervinden de vissen in het gebied ook geen effecten van impulsgeluid door hei-werkzaamheden. Effecten van vertroebeling, sedimentatie en elektromagnetische velden hebben geen effect op populaties. Derhalve wordt er voor beide kabelconfiguraties geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

4.3.5 D4. Voedselwebben

Er vindt geen remming van de primaire productie plaats. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismes leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Met het nemen van een mitigerende maatregel, d.m.v. van het plaatsen van een zeehondenwaarnemer, is verstoring van jonge en zogende zeehonden te voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten van beide kabelconfiguraties daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

4.3.6 D5. Eutrofiëring

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd voegen deze geen nutriënten toe aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is bij beide kabelconfiguraties.

4.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn tasten de activiteiten van beide kabelconfiguraties het benthische ecosysteem niet onevenredig aan. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers benthisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

4.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen

Doordat gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanente wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen zal worden door hard substraat. Hierdoor ontstaan

meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Het gaat hier om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP (ruim 57.000 km^2). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

4.3.9 D8. Vervuilende stoffen

Er worden bij de aanleg en gebruik van het platform geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij baggeren en trenchen voor het VKA-tracé zouden vervuilende stoffen uit het sediment in het mariene milieu geïntroduceerd kunnen worden, maar uit onderzoek is gebleken dat de kans hierop verwaarloosbaar is. Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

4.3.10 D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten

Zoals hierboven vermeld, geld ook voor deze descriptor dat er tijdens aanleg en gebruik geen verontreinigingen worden veroorzaakt. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

4.3.11 D10. Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt, en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

4.3.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Uit de effectbeoordeling blijkt op basis van de huidige kennis dat het niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden bij beide kabelconfiguraties.

Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen worden genomen, zie paragraaf 4.2.5, zal ook het impulsgeluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand voor beide kabelconfiguraties.

4.4 Conclusie

In Tabel 11 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven.

Tabel 11 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand voor beide kabelconfiguraties

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
D1. Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	Geen
D4. Voedselwebben	Geen
D5. Eutrofiëring	Geen
D6. Integriteit van de zeebodem	Geen
D7. Hydrografische eigenschappen	Geen
D8. Vervuilende stoffen	Geen
D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	Geen
D10. Zwerfvuil	Geen
D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	Geen

Uit Tabel 11 kan worden geconstateerd dat voor beide kabelconfiguraties de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

5 Kaderrichtlijn water

5.1 Wet- en regelgeving

5.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van de chemische stoffen en die van de ecologische kwaliteit (Figuur 42). De ecologische kwaliteit bestaat uit de beoordeling van de ecologische toestand (onderverdeeld in vier biologische kwaliteitselementen), ondersteunende fysisch-chemische parameters, een selectie van verontreinigende stoffen en de hydromorfologie.

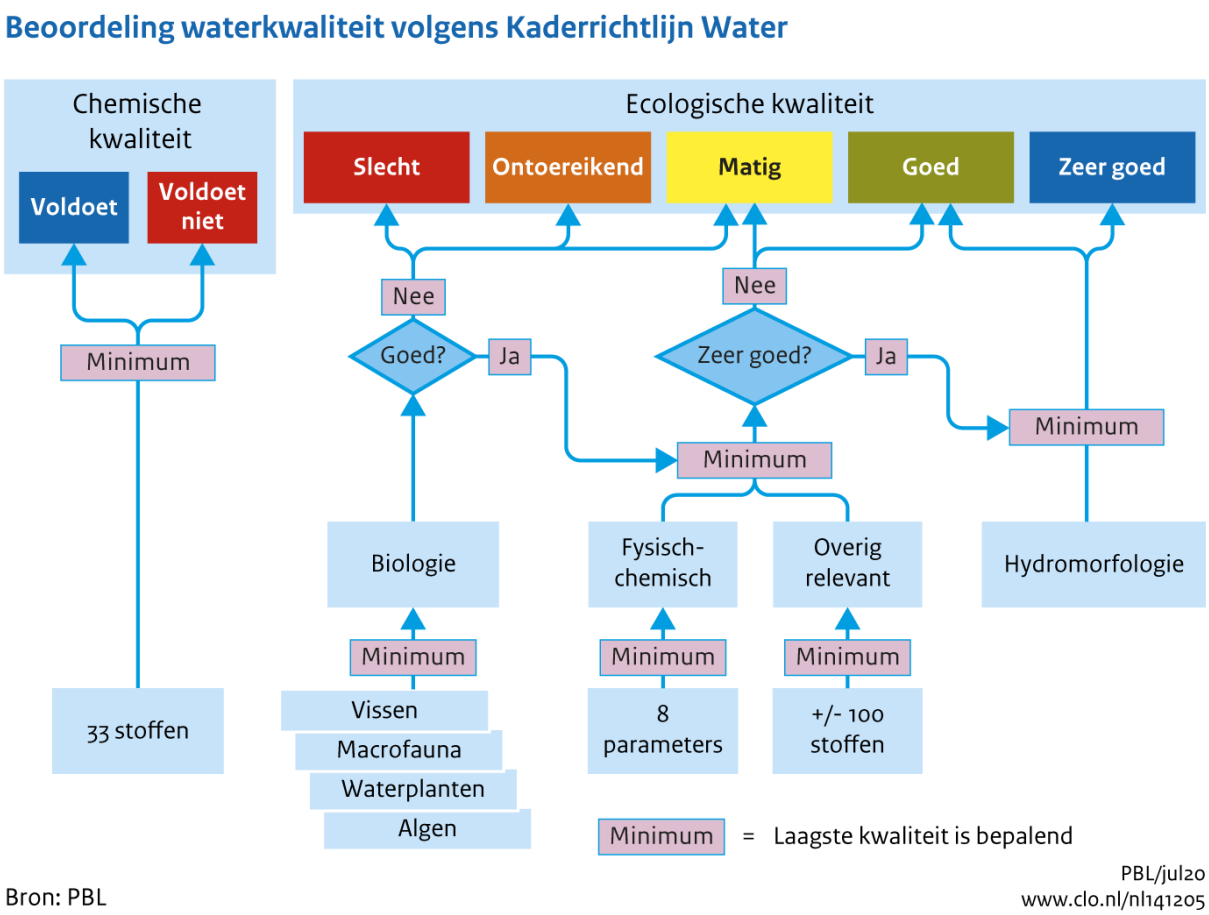
Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: van een groep van indicatoren is de laagste beoordeling bepalend (één niet goed, geheel niet goed). Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse waterkwaliteit.

Doelen voor de waterkwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Elk waterlichaam is toegedeeld aan een van de categorieën:

- Natuurlijk water
- Sterk-veranderd water
- Kunstmatig water.

Voor natuurlijke wateren is het doel een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie (de zeer goede ecologische toestand, ZGET). De referentie is de onverstoorde natuurlijke toestand waarbij er geen of slechts zeer geringe verstoring door de mens plaatsvindt. Natuurlijke wateren komen in Nederland nauwelijks voor. Naast een klein aantal binnenwateren (beken, kleine rivieren), valt vooral de kustlijn hieronder (CLO, 2020; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl (1.852 meter) uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl (22,2 km) uit de kust voor de chemische doelen (RWS, 2016).

Voor (hydrologisch) sterk veranderde wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie. Als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel (MEP). Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klassen: slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.



Figuur 42 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water (CLO, 2020)

5.1.2 Chemische kwaliteit

De 'Chemische Kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritaire stoffen (Europese Commissie, 2006). Dit zijn de stoffen die in alle Europese wateren met voorrang moeten worden aangepakt. Deze stoffen zijn schadelijk voor een waterrijk milieu en komen op de lijst als ze in meerdere lidstaten voor problemen zorgen.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden (RIVM, 2017);

- Emissies van prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen.
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

5.1.3 Ecologische kwaliteit

De ecologische kwaliteit is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'Biologische kwaliteit', de 'Algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'Overig relevante verontreinigende stoffen' en de 'Hydromorfologie' (zie Figuur 42). Deze worden in de volgende paragrafen besproken. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

Biologische kwaliteit
Alle KRW-waterlichamen hebben een KRW-watertype toegedeeld gekregen. Per KRW-watertype wordt een vergelijkbare methodiek gevolgd. Voor het bepalen van de biologische kwaliteit zijn vier biologische kwaliteitselementen gedefinieerd:

- Fytoplankton
- Overige waterflora (met fytobenthos, macrofyten en angiospermen)
- Macrofauna (benthische evertebraten)
- Vis

Per KRW-watertype is vastgesteld welke biologische kwaliteitselementen van toepassing zijn. Het ecologisch doelbereik wordt afgemeten met de KRW-maatlatten (Van der Molen et al., 2018). Deze zijn specifiek voor elk KRW-watertype en biologisch kwaliteitselement opgesteld. Het resultaat van de maatlatten is een EKR-score (Ecologisch Kwaliteits Ratio), met waarden tussen 0 (zeer slecht) en 1 (referentiesituatie).

Fytoplankton
De maatlat “fytoplankton” (algen) wordt alleen gebruikt voor meren (incl. sloten en kanalen) en overgangs- en kustwateren. Hiervoor worden twee deelmaatlatten gebruikt waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen abundantie (de mate van voorkomen) en soortsamenstelling. Voor abundantie gelden klassen (met klassegrenzen). Voor soortsamenstelling is een referentielijst van soorten beschikbaar met grenswaarden voor het optreden van een bloei. Hierbij speelt ook de eerdergenoemde abundantie een rol. De scores voor beide deelmaatlatten worden gemiddeld. Als een van de twee niet kan worden berekend geldt de andere als eindoordeel.

Overige waterflora
Voor de maatlat “overige waterflora” wordt voor grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren gekeken naar angiospermen, hiervoor wordt de score voor schorren/kwelders en zeegras gemiddeld.

Angiospermen (alleen voor grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren): Hier wordt de kwaliteit van schorren/kwelders en zeegrasvelden beoordeeld. De maatlat bestaat uit de deelmaatlat voor abundantie en soortsamenstelling van schorren/kwelders en de deelmaatlat voor zeegras. Bij schorren/kwelders wordt er gekeken naar het areaal als maat voor kwantiteit en de verdeling van vegetatiezones als maat van de kwaliteit. Voor zeegras geldt als maat voor de kwantiteit het percentage van het totale begroeibaar areaal dat bedekt is met zeegrasvelden. Een zeegrasveld is pas een zeegrasveld als minimaal 5% van de bodem bedekt is met een van beide soorten zeegras. De kwaliteit wordt bepaald door de aanwezigheid van de beide soorten Groot en Klein zeegras.

Macrofauna
Ook voor macrofauna geldt een andere wijze van beoordeling bij de verschillende watertypen. Bij de grote, brakke tot zoute meren en de overgangs- en kustwateren is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. De verschillende habitats (ecotopen) worden apart beoordeeld. Er is een deelmaatlat voor soortenrijkdom (aantal soorten), een voor de diversiteit (Shannon-index) en de AMBI-index (Marine Biodiversiteits Index). De EKR per ecotoop is het gemiddelde van deze drie deelmaatlatten. De EKR-score van het waterlichaam is het areaalgewogen gemiddelde van de EKR-scores voor de afzonderlijke ecotopen.

Vis
De maatlat voor vis maakt gebruik van lijsten van specifieke soorten per KRW-watertype. De focus ligt hier vooral op de visgemeenschap (indeling in gildes) en niet op individuele (zeldzame) soorten. De soortsamenstelling, abundantie (aantallen en gewicht) en leeftijdsopbouw speelt hierbij een rol. In Kustwateren is het kwaliteitselement Vis geen onderdeel van de KRW-beoordeling.

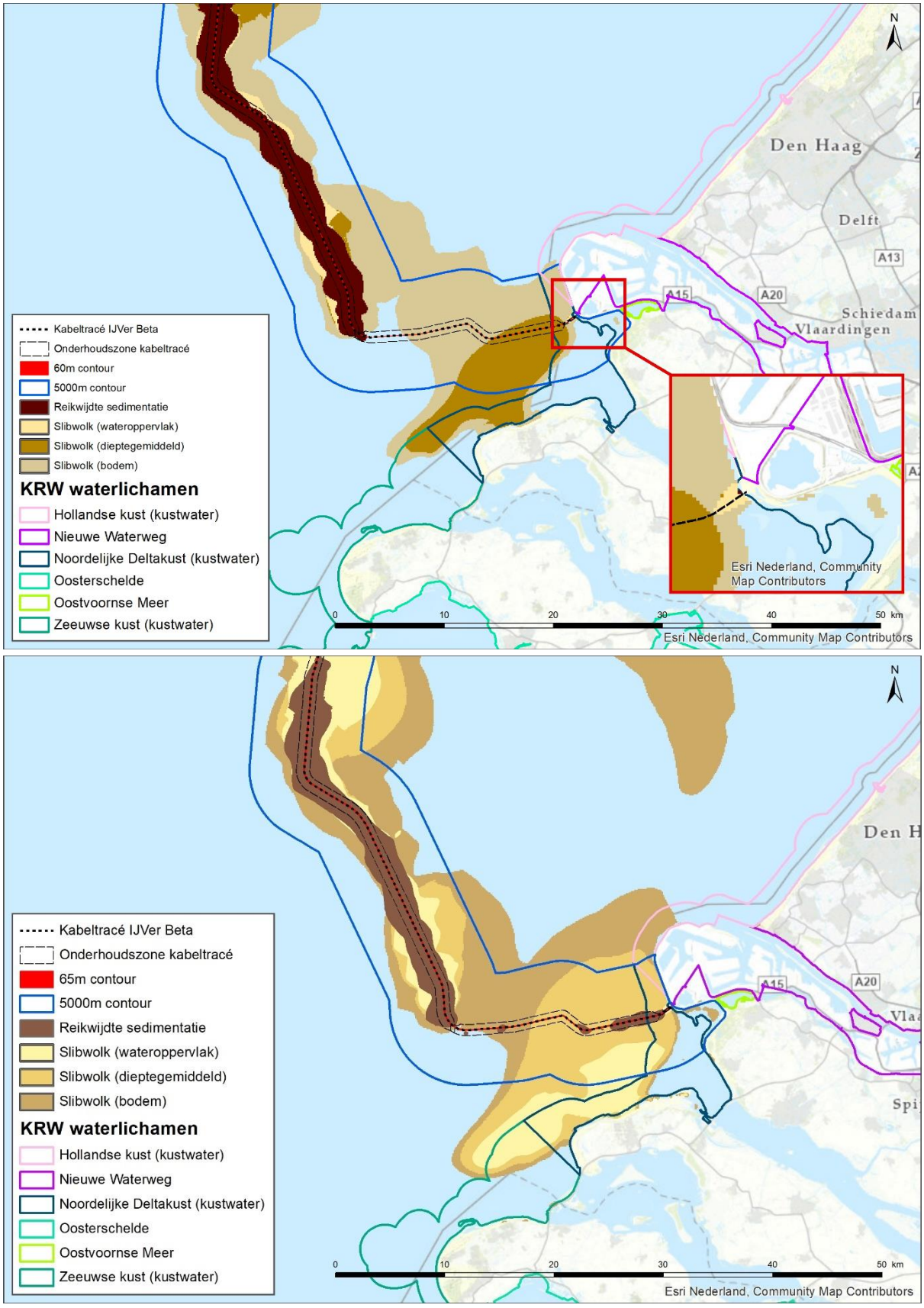
Fysisch-chemisch
De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor verschillende categorieën waterlichamen uitgewerkt in maatlatten (Heinis & Evers, 2007). Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. Dit wil zeggen dat de beoordeling van de fysisch-chemische kwaliteitselementen een indicatie is of de goede ecologische toestand (GET) duurzaam gehandhaafd kan blijven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Overige relevante chemische stoffen
Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (ong. 100). Deze stoffen worden per stroomgebied vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze zijn onderdeel van de beoordelingsmethode van de ecologische kwaliteit.

Hydromorfologie
Hydromorfologie is de leer van de vormen in het landschap ontstaan door water. Binnen ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. De hydromorfologie wordt daarom alleen beschreven voor de natuurlijke wateren. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand geen invloed op de uitkomst van de beoordeling (STOWA, 2012; van der molen et al., 2018).

5.2 Betrokken KRW-waterlichamen

In hoofdstuk 3 is per gevolg onderzocht welke reikwijdte deze hebben. In Figuur 43 zijn de reikwijdtes voor de (1x4)-kabelconfiguratie en (2x2)-kabelconfiguratie getoond in relatie tot de ligging van KRW-waterlichamen. De figuren laten zien dat er overlap is tussen de gevolgen en KRW-waterlichamen Noordelijke deltakust (kustwater), Zeeuwse kust (kustwater) en Hollandse kust (kustwater). Daarnaast zijn er door vertroebeling en EMV in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust, voor de monding van de Haringvliet, mogelijk uitstralingseffecten op Haringvliet-west.



Figuur 43 Samenvatting reikwijdte gevolgen op zee ten opzichte van KRW-waterlichamen voor de (1x4)-kabelconfiguratie (boven) en de (2x2)-kabelconfiguratie (onder)

Tabel 12 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam; U = mogelijk uitstralingseffect

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Noordelijke Deltakust	X	X	X	X	X
Zeeuwse Kust	X				
Hollandse Kust	X				
Haringvliet-west	U				U

Door de aanleg kunnen er mogelijk negatieve effecten optreden voor de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in deze gebieden. Naast een KRW-status maken deze waterlichamen vaak ook nog onderdeel uit van andere beschermingsgebieden (Tabel 13). De KRW-gebieden hebben een aantal andere eigenschappen, weergegeven in Tabel 14.

Tabel 13 Beschermingsstatus van de KRW-gebieden (IenW, 2020)

KRW-waterlichaam	Beschermde gebieden
Noordelijke Deltakust (kustwater)	Vogelrichtlijngebieden Habitatrichtlijngebieden Zwemwatergebieden
Zeeuwse kust (kustwater)	Vogelrichtlijngebied Habitatrichtlijngebieden Zwemwatergebieden
Hollandse kust (kustwater)	Habitatrichtlijngebied Vogelrichtlijngebied Zwemwatergebieden
Haringvliet-west	Habitatrichtlijngebied Vogelrichtlijngebied Zwemwatergebieden

Tabel 14 Watertype en status van de KRW-waterlichamen op het VKA-tracé (IenW, 2020)

KRW-gebied	Water type	Status
Noordelijke Deltakust (kustwater)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk
Zeeuwse kust (kustwater)	Open en euhalien kustwater (K3)	Natuurlijk
Hollandse kust (kustwater)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk
Haringvliet-west	Estuarium met matig getijverschil (O2)	Sterk veranderd

5.2.1 KRW-doelstellingen

Voor alle waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd voor de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. In de volgende paragrafen wordt de chemische en ecologische kwaliteit (laatst beschikbare data) en het doelbereik voor 2027 beschreven (IenW, 2020).
Regels met 'nvt' (niet van toepassing) geven aan dat deze parameters niet toepasbaar zijn voor het watertype.

Noordelijke Deltakust (kustwater)
Voor het KRW-waterlichaam Deltakust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang.

Tabel 15 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Noordelijke Deltakust			
Fysisch-chemische Parameters	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 16 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Noordelijke Deltakust			
Biologisch Kwaliteitselement	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fytoplankton	Matig	Goed	Goed
Overige waterflora	Nvt	nvt	nvt
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	nvt	nvt	nvt

Zeeuwse kust (kustwater)

Voor het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang (zie Tabel 15). Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang (zie

Tabel *16*).

Tabel 17 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Zeeuwse kust (kustwater)			
Fysisch-chemische Parameters	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Goed	Goed	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 18 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Zeeuwse kust (kustwater)			
Biologisch Kwaliteitselement	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fytoplankton	Matig	Matig	Goed
Overige waterflora	nvt	nvt	nvt
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	nvt	nvt	nvt

Hollandse kust

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Hollandse kust zijn weergegeven in Tabel 19 en Tabel 20. Voor het KRW-waterlichaam Hollandse kust zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de deelmaatlatten fytoplankton en vis van belang.

Tabel 19 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Hollandse kust			
Fysisch-chemische Parameters	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 20 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Hollandse kust			
Biologisch Kwaliteitselement	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	nvt	nvt	nvt
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	nvt	nvt	nvt

Haringvliet-west

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Haringvliet-west zijn weergegeven in Tabel 21 en Tabel 22. Voor het KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alle deelmaatlatten (macrofauna, overige waterflora, vis en fytoplankton) van belang.

Tabel 21 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Haringvliet-west voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Haringvliet-west			
Fysisch-chemische Parameters	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 22 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Hollandse kust			
Biologisch Kwaliteitselement	**Toestand 2019**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	Goed	Goed	Goed
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Vis	Ontoereikend	Ontoereikend	Goed

5.3 Effectbepaling

5.3.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze heeft. Het kader van de KRW is toegelicht in paragraaf 5.1. Hiermee is bepaald welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit nader onderzocht moeten worden voor welke KRW-kwaliteitselementen, zie Tabel 23. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRW in paragraaf 5.4.

Tenzij anders aangegeven, worden effecten beschreven voor zowel de (1x4)- als de (2x2)-kabelconfiguratie.

Tabel 23 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht dienen te worden voor welke biologische kwaliteitselementen

Gevolg	Effect	KRW Biologisch kwaliteitselement
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders	• Fytoplankton • Macrofauna • Overige waterflora
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	• Macrofauna
Verstoring door continu geluid onderwater	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	• Vissen
Habitataantasting	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	• Macrofauna • Overige waterflora
Elektromagnetische velden	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	• Vissen • Macrofauna

Afhankelijk van welke parameters wel en niet toepasbaar zijn per KRW-waterlichaam (zie paragraaf 5.2.1), kan bepaald worden welke van de in een KRW-waterlichaam optredende gevolgen (zie Tabel 24) in dat KRW-waterlichaam nader onderzocht moeten worden. In KRW-waterlichamen Noordelijke Deltakust, Zeeuwse Kust en Hollandse Kust is het kwaliteitselement ‘vis’ niet van toepassing. Onderwaterverstoring hoeft daarvoor dus niet nader onderzocht te worden. Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west wordt gekeken naar een mogelijk extern effect van vertroebeling en EMV op biologisch kwaliteitselement ‘vis’ (trekvissen).

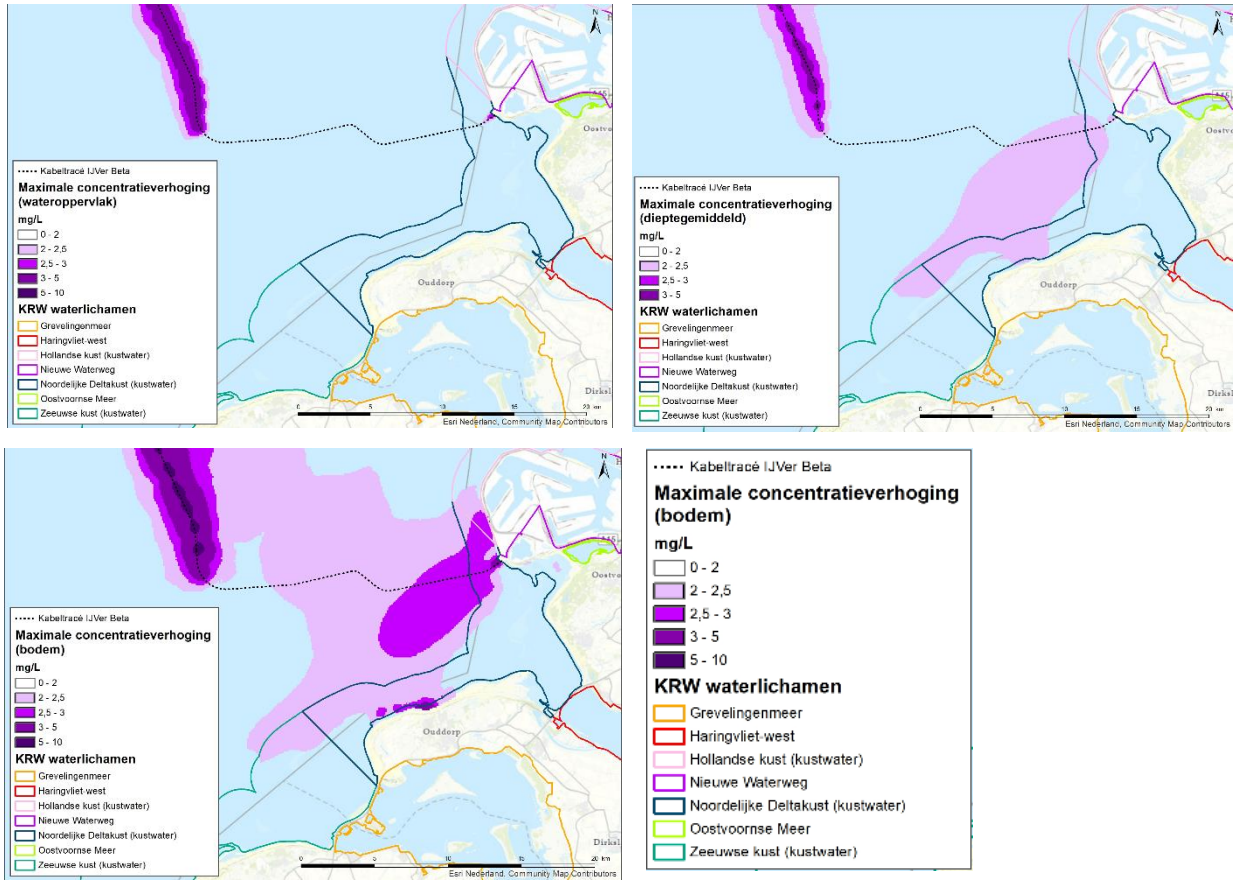
Tabel 24 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam, U = mogelijk uitstralingseffect, NR = niet relevant

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Noordelijke Deltakust	X	X	NR	X	X
Zeeuwse Kust	X				
Hollandse Kust	X				
Haringvliet-west	U				U

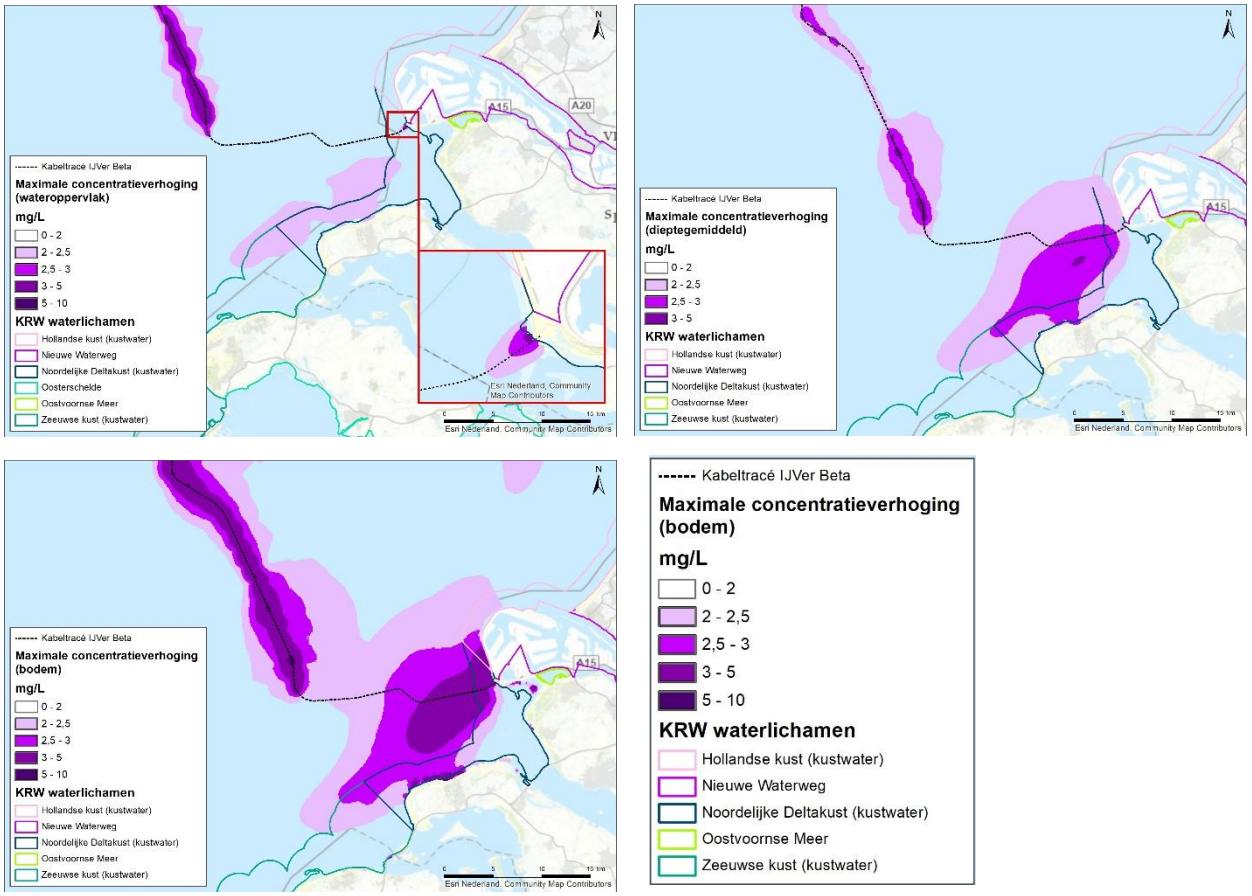
5.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling en de studie die hiernaar gedaan is zijn toegelicht in paragraaf 3.2. Figuur 44 en Figuur 45 tonen de maximale reikwijdte van de vertroebeling ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen voor respectievelijk de (1x4)-kabelconfiguratie en (2x2)-kabelconfiguraties. Zoals te zien raakt de vertroebeling KRW-waterlichamen Zeeuwse kust

(kustwater), Noordelijke Deltakust (kustwater) en Hollandse kust (kustwater). Ook kunnen er mogelijk uitstralingseffecten zijn op KRW-waterlichaam Haringvliet-west. De vertroebeling over de breedte van de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen. De effecten van vertroebeling op filterfeeders, primaire productie en trekvissen zijn uitgebreid toegelicht in paragraaf 3.2.



Figuur 44 Maximale omvang baggerpluim in relatie tot KRW-waterlichamen gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (linksboven), waterkolom (rechtsboven) en bodem (onder) voor de (1x4)-kabelconfiguratie. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)



Figuur 45 Maximale omvang baggerpluim in relatie tot KRW-waterlichamen gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (linksboven), waterkolom (rechtsboven) en bodem (onder) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)

Noordelijke deltakust

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak (circa 45 ha), in de waterkolom (circa 1.800 ha) en aan de bodem (circa 3.300 ha) bij de (1x4)-kabelconfiguratie (zie Figuur 44). Bij de (2x2)-kabelconfiguratie treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak (circa 800 ha), in de waterkolom (circa 4.500 ha) en aan de bodem (circa 4.800 ha), zie Figuur 45. Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt (circa 0,5% en 9,6% van het wateroppervlak, voor respectievelijk de (1x4)-kabelconfiguratie en de (2x2)-kabelconfiguratie) en van tijdelijke aard, bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Hierdoor zijn voor beide kabelconfiguraties effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) verwaarloosbaar.

Net buiten het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het VKA-tracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) (Perdon et al., 2019). Mogelijk dat deze en andere schelpdiersoorten ook in het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust voorkomen. Uit de modelstudie blijkt dat bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 15 mg/l en dat deze na een periode van enkele dagen afneemt tot het achtergrondniveau. Macrofauna in dit gebied is gewend aan variatie in de mate van vertroebeling. Na stormperiodes loopt de achtergrondconcentratie in de kuststrook op tot 30 – 100 mg/l. Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten voor beide kabelconfiguraties.

Zeeuwse kust (kustwater)
In KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) treedt vertroebeling op in de waterkolom (circa 485 ha) en aan de bodem (circa 800 ha) voor de (1x4)-kabelconfiguratie (zie Figuur 44). Bij de (2x2)-kabelconfiguratie treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak (circa 1.000 ha), in de waterkolom (circa 1.500 ha) en aan de bodem (circa 1.900 ha), zie Figuur 45.

Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt en van tijdelijke aard, en is alleen aanwezig bij de (2x2)-kabelconfiguratie (circa 2,3% ha). Bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Hierdoor zijn effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) verwaarloosbaar voor beide kabelconfiguraties.

Bij de bodem vindt geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaats van boven de 2,5 mg/l en deze concentratieverhoging is tijdelijk. De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie die gemiddeld 20-30 mg/l bedraagt. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten voor beide kabelconfiguraties.

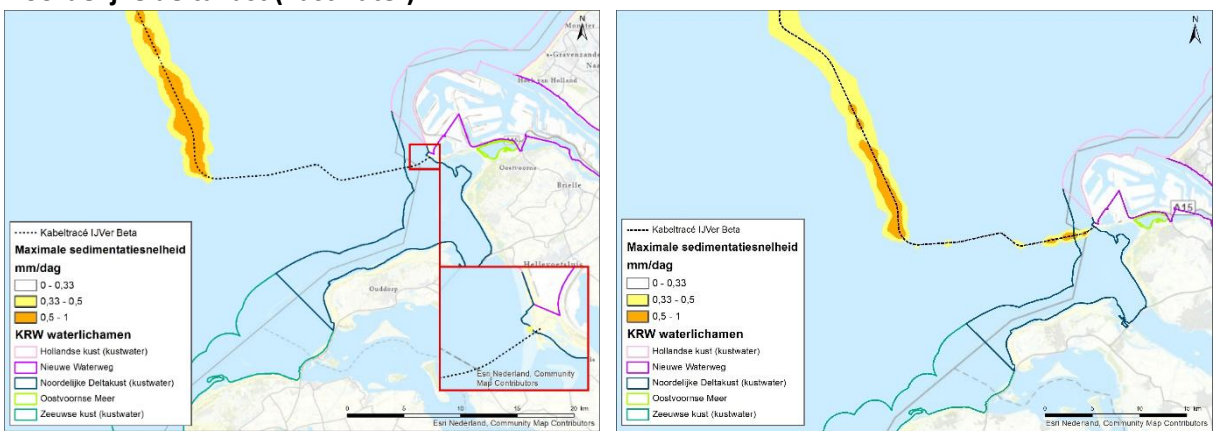
Hollandse kust
In KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) treedt bij de (1x4)-kabelconfiguratie vertroebeling op aan de bodem van circa 400 ha en bij de (2x2)-kabelconfiguratie van circa 1.260 ha (zie Figuur 44 en Figuur 45). Bij de bodem vindt geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaats van boven de 3 mg/l en deze concentratieverhoging is tijdelijk en verdwijnt binnen enkele dagen. De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie die gemiddeld 20-30 mg/l bedraagt. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom voor beide kabelconfiguraties uitgesloten.

Haringvliet-west
Er reikt geen vertroebeling tot binnen de begrenzing van KRW-waterlichaam Haringvliet-west. In KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust treedt wel vertroebeling op over de gehele breedte van de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee, wat mogelijk barrièrewerking zou kunnen hebben voor trekvissen.

De dieptegemiddelde daggemiddelde concentratieverhoging op dit stuk is maximaal 2,5 mg/l. In paragraaf 4.2.2 wordt het effect van vertroebeling op trekvissen door een potentiële barrièrewerking tijdens de migratie uitgebreid besproken. Geconcludeerd kan worden dat alle soorten trekvissen die door het Haringvliet trekken gewend zijn aan vertroebeling. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door de bij de mening optredende fysische processen. Vissen kunnen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Vanwege de relatief beperkte vertroebeling in de waterkolom (tot 2,5 mg/l) in het hoogdynamische systeem van de kustzone zijn effecten op trekvissen daarom voor beide kabelconfiguraties uitgesloten.

5.3.3 Sedimentatie

Noordelijke deltakust (kustwater)



Figuur 46 Het areaal waar sedimentatie optreedt door de voorgenomen werkzaamheden ten opzichte van KRW-waterlichamen bij de (1x4)-kabelconfiguratie (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust treedt sedimentatie met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag alleen op in een gebied van circa 1 hectare zeer dicht op de kustlijn bij de (1x4)-kabelconfiguratie (zie Figuur 46). Bij de (2x2)-kabelconfiguratie treedt er sedimentatie met een snelheid boven de 0,33 mm/dag op in een gebied van circa 155 hectare. Dit areaal is van ecologisch lage waarde. Het is gelegen in een hoog dynamisch gebied, onder invloed van de branding. Gezien de ecologisch lage waarde en het zeer kleine beïnvloede areaal zijn ecologische effecten op macrofauna voor beide kabelconfiguraties uitgesloten.

5.3.4 Habitataantasting

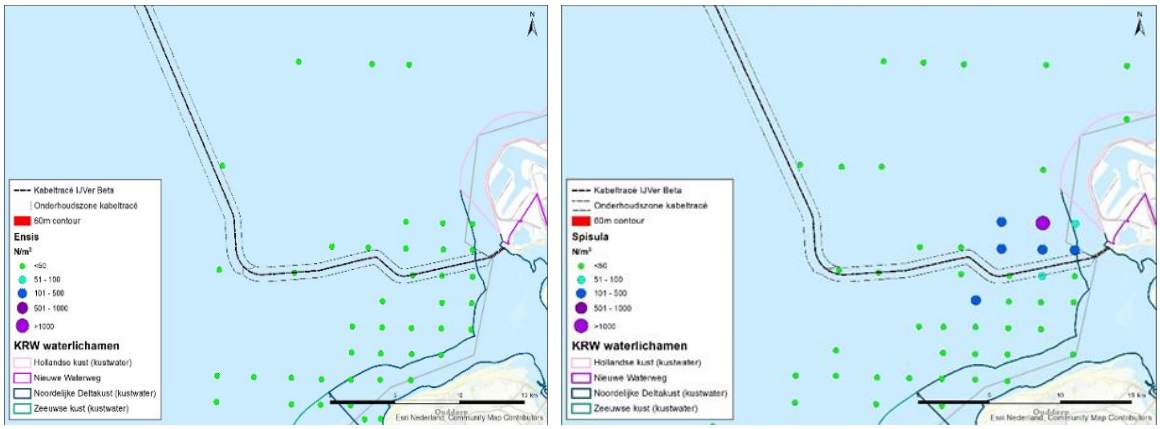
Noordelijke deltakust (kustwater)

De reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.7. Er kan in KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) aantasting plaatsvinden van circa 14 ha bij de (1x4)-kabelconfiguratie en van circa 15,5 ha bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Dit is een beperkt deel van het totale areaal van dit KRW-waterlichaam (8376 ha; < 0,2 %). Dit zijn absolute worst-case aannames waarbij voor het hele gebied uit wordt gegaan van een reikwijdte van 60 meter bij de (1x4)-kabelconfiguratie en van 65 meter bij de (2x2)-kabelconfiguratie. In de praktijk zal in de Noordelijke deltakust grotendeels getrencht worden en wordt er slechts de laatste kilometer voor aanlanding gebaggerd voorafgaand aan het trenchen. Trenchen hebben een kleinere reikwijdte dan de gehanteerde worst-case. In de praktijk zal het verstoorde oppervlak daardoor minder zijn.

Net buiten het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het VKA-tracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) (Perdon et al., 2019). Mogelijk dat deze en andere schelpdiersoorten ook in het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust voorkomen. Het VKA-tracé loopt niet door bekende hotspots van schelpdiersoorten en de soorten zijn verspreid in de omgeving waargenomen.

Ten slotte is habitataantasting van de zeebodem een tijdelijk effect (dit geldt ook voor het bovengenoemde gevolg sedimentatie). Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist, et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een

aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Negatieve effecten zullen daarom voor beide kabelconfiguraties niet merkbaar zijn op systeemniveau.



Figuur 47 Ensis banken (links) en Spisula banken (rechts) in het kust gebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor Ensis en groter dan >18 mm voor Spisula

5.3.5 Elektromagnetische velden

Noordelijke Deltakust (kustwater)

In paragraaf 4.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Een uitgebreide literatuurstudie hierover is ook te vinden in Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee. Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke soortgroepen soorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT, allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta, voor beide kabelconfiguraties zoals berekend door van Essen, 2020, 2021 in Figuur 25 en Figuur 26. Op basis van de meest actuele beschikbare kennis is er geen bewijs dat aanwezige ongewervelden significant negatieve effecten zullen ondervinden.

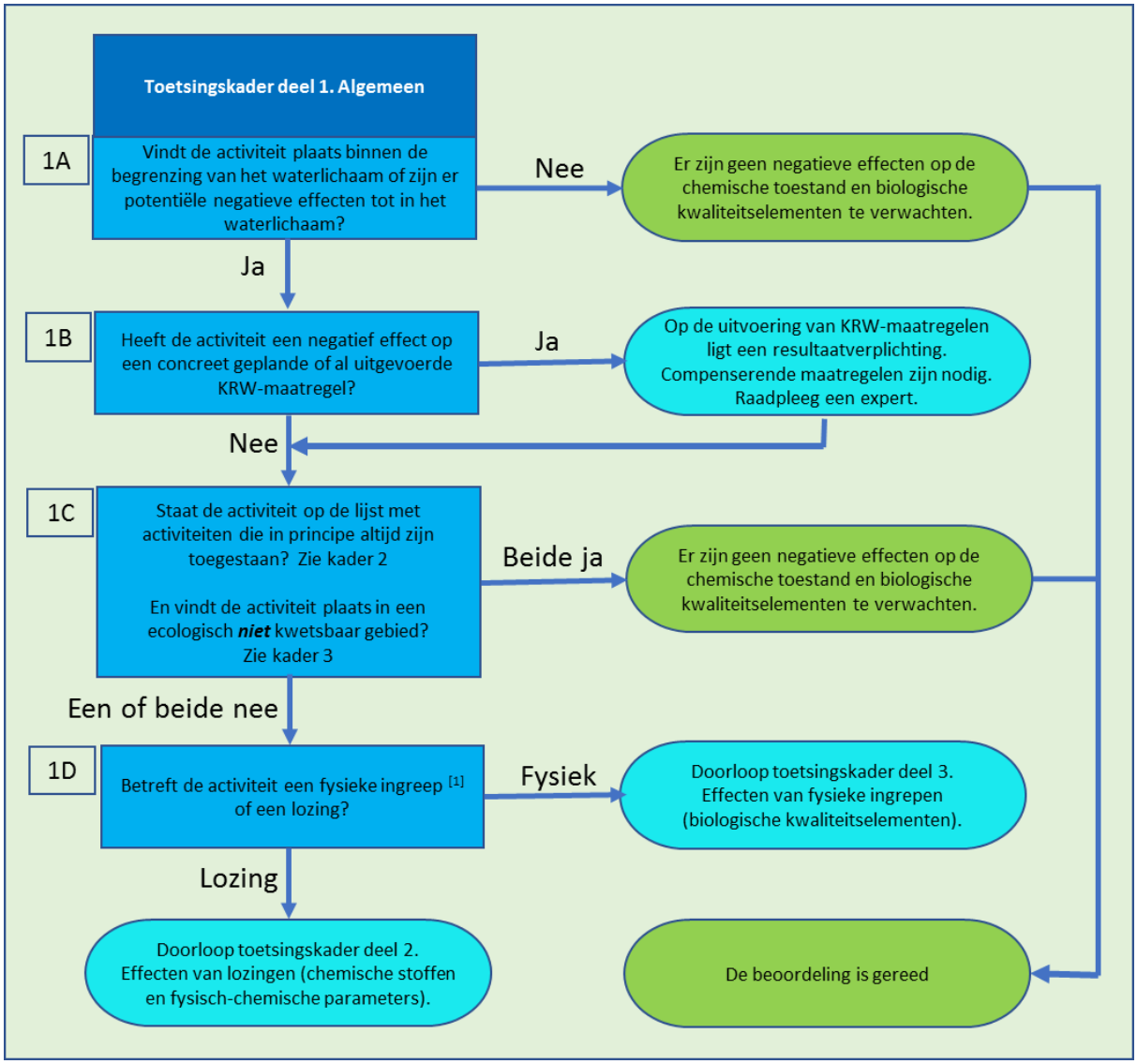
Haringvliet-west

In paragraaf 4.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Het elektromagnetisch veld van de kabel reikt niet tot in de begrenzing van KRW-waterlichaam Haringvliet-west, maar wordt deels aangelegd in de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee, wat mogelijk barrièrewerking zou kunnen hebben voor trekvissen. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van beide kabelconfiguraties van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Op basis van de meest actuele beschikbare kennis is er geen bewijs dat trekvissen significant negatieve effecten zullen ondervinden.

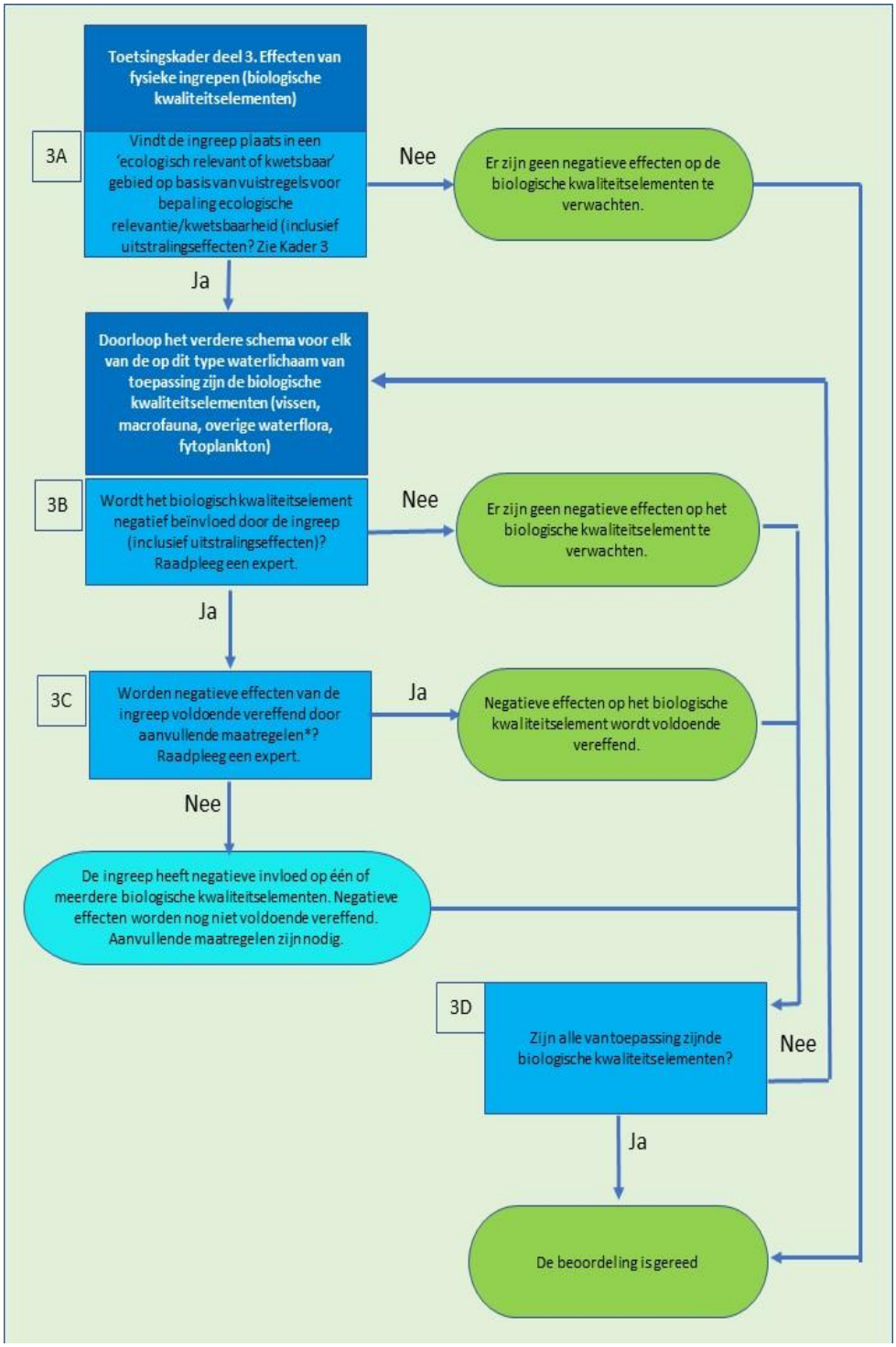
5.4 Toetsing

5.4.1 Inleiding

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het 'Toetsingskader waterkwaliteit' een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 48. Het "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" is te zien in Figuur 49.



Figuur 48 "Toetsingskader deel 1. Algemeen" uit het Toetsingskader Waterkwaliteit



Figuur 49 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)

De locatie van de ingreep is beschreven in hoofdstuk 2. De ingreep vindt plaats binnen de begrenzing van KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust. Ook zijn er uitstralingseffecten tot in KRW-waterlichamen Zeeuwse kust (kustwater) en Hollandse Kust (kustwater) van vertroebeling (zie Figuur 43). De toetsingskaders zullen doorlopen worden per KRW-waterlichaam.

5.4.2 Toetsingskader deel 1

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 48) wordt doorlopen voor Net op zee IJmuiden Ver Beta blijkt:

Noordelijke deltakust (kustwater)

- 1A. De ingreep vindt plaats in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen zijn gericht op voorlichting en onderzoek. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020). De activiteit heeft geen negatief effect op concreet geplande of al uitgevoerde KRW-maatregelen.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De geplande werkzaamheden vallen in ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen. Het VKA-tracé loopt deels door dit gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep.

Uit bovenstaande blijkt dat als vervolgstap “Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen moet worden.

Zeeuwse kust (kustwater)

- 1A. De activiteit heeft uitstralingseffecten van vertroebeling naar Noordelijke deltakust (kustwater).
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op voorlichting en onderzoek. Daarnaast was er een maatregel gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De vertroebeling treedt op in het gebied buiten de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Hollandse kust (kustwater)

- 1A. De activiteit heeft uitstralingseffecten van vertroebeling naar Hollandse kust (kustwater).
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, uitvoeren van onderzoek, geven van voorlichting en 1 maatregel geclassificeerd als overige emissiemaatregel. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De vertroebeling treedt op in het gebied buiten de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Haringvliet-west

- 1A. De activiteit heeft mogelijk via barrièrewerking uitstralingseffecten van vertroebeling en elektromagnetische velden naar KRW-waterlichaam Haringvliet-west.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen in 2010 t/m 2015 waren een verkenning naar aangepast beheer voor drinkwaterbeschermingszones en optimalisatie van vooroeververdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. In 2016 t/m 2021 waren maatregelen gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, onderzoek naar vaststellen van herkomst van stoffen, onderzoek naar drinkwaterbeschermingszone en optimalisatie en vooroeververdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. Voor 2022 t/m 2027 zijn maatregelen gepland gericht op het uitvoeren van onderzoek en voor vis passeerbaar maken van kunstwerken (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021). Deze maatregelen ondervinden geen effect van het VKA.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

5.4.3 Toetsingskader deel 3

Het toetsingskader staat in Figuur 49.

- 3A: De ingreep of uitstralingseffecten vinden in de vier KRW-waterlichamen plaats in ecologisch relevant of kwetsbaar gebied (zie beschrijving van stap 1C in paragraaf 5.4.2).

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de vier waterlichamen. Deze stappen worden voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

5.4.4 KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust

Op basis van het stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’.

Fytoplankton

Tabel 25 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.
**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Het areaal waar vertroebeling aan het wateroppervlak optreedt is zeer beperkt en de concentratieverhoging is tijdelijk. Bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). De remming van de primaire productie is voor beide

kabelconfiguraties verwaarloosbaar. Hierdoor zal er voor beide kabelconfiguraties geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

Macrofauna

Tabel 26 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.
**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 2-5 jaar herstellen.	
Elektromagnetische velden	Bodemdieren	Geen significante effecten	

Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken, maar zij kunnen zich na 2 tot 5 jaar hersteld hebben. Sedimentatie vindt plaats op een zeer klein areaal in een hoogdynamisch gebied. De slibconcentratieverhoging is tijdelijk en blijft binnen ranges waar de macrofauna in de dynamische kuststrook aan gewend is. Gevonden waardes voor elektromagnetische velden waarbij soorten mogelijk negatieve effecten ondervinden zijn hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta. Daarom wordt aangenomen dat er geen effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende bij beide kabelconfiguraties geen significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.5 KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’.

Fytoplankton

Tabel 27 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)
**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significant effect	

Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt en van tijdelijke aard, bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Hierdoor zijn effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) verwaarloosbaar en is er geen effect op de KRW-deelmaatlat Fytoplankton voor beide kabelconfiguraties.

Macrofauna

Tabel 28 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).
**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende voor beide kabelconfiguraties geen significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.6 Hollandse kust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’.

Fytoplankton

Tabel 29 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater).
**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen effect	

Er treedt in dit KRW-waterlichaam bij beide kabelconfiguraties geen vertroebeling aan het wateroppervlak op. Hierdoor is er geen effect op de KRW-deelmaatlat Fytoplankton.

Macrofauna

Tabel 30 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater).
**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significant effect	

De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende voor beide kabelconfiguraties geen significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.7 Haringvliet-west

Op basis van het stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam van kwaliteitselement ‘vis’, door mogelijke uitstralingseffecten door barrièrewerking als gevolg van vertroebeling of elektromagnetische velden. Daarom wordt er gekeken naar het effect op dit kwaliteitselement.

Vis

Tabel 31 Relevante effecten voor kwaliteitselement Vis in KRW-waterlichaam Haringvliet-west.
**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	(trek)vissen	Geen significant effect	
Elektromagnetische velden	(trek)vissen	Geen significant effect	

De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt in de verbinding tussen Haringvliet-west en de kustzone is beperkt, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie. Aanwezige trekvissen zijn zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende voor beide kabelconfiguraties geen significant effect op de KRW-deelmaatlat vissen.

5.5 Conclusie

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Noordelijke deltakust (kustwater) zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit zijn er geen significant negatieve effecten van vertroebeling op de primaire productie (fytoplankton) en van sedimentatie, habitataantasting en elektromagnetische velden op de macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht voor beide kabelconfiguraties op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

Voor de KRW-waterlichamen de Zeeuwse kust en Hollandse kust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van deze KRW-waterlichamen. Van de optredende gevolgen van het ingraven van de kabels reikt alleen vertroebeling tot deze gebieden, wat met betrekking tot de ecologische kwaliteit beperkte invloed zou kunnen hebben op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Deze vertroebeling is tijdelijk en lokaal. Er zijn geen significant negatieve effecten op fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht voor beide kabelconfiguraties op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van dit KRW-waterlichaam. De vertroebeling zal geen barrièrewerking hebben voor trekvissen. Op basis van de nu beschikbare informatie zal ook geen barrièrewerking optreden door elektromagnetische velden op (trek)vissen. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

6 Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren

6.1 Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren

De Waterwet omschrijft in artikel 6.21, in samenhang met artikel 2.1, het toetsingskader voor de beslissing op de vergunningsaanvraag. Een vergunning wordt geweigerd, voor zover verlening daarvan niet verenigbaar is met de doelstellingen in artikel 2.1 of de belangen, bedoeld in artikel 6.11.
In artikel 2.1 Waterwet zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

1. Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.
2. In samenhang met de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen.
3. De vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening van Rijkswaterstaat (RWS). De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functievervulling door watersystemen, in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer.

Onderstaande toetsing is gericht op voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschade. Bij de voorgenomen activiteit worden geen veranderingen in de structurele integriteit van waterkeringen of waterbassins veroorzaakt. Zodoende zijn wateroverlast en overstromingen uitgesloten. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de maatschappelijke functies van het watersysteem. De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 5) en wordt hier niet nogmaals behandeld.

6.2 Effectbepaling

Van de werkzaamheden heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone effect op het toetsingskader van de BPRW.
De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 5) en wordt hier niet nogmaals behandeld. Daarnaast kan er hinder ondervonden worden door verdroging. Verdroging wordt hieronder besproken.

6.2.1 Verdroging

De aanwezigheid van objecten onder de grond kan van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.
Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Bij de werkzaamheden in de aanlegfase van de kabel en het converterstation vindt bemaling plaats, dit kan lokaal leiden tot verdroging. Voor de verschillende punten langs het tracé en het converterstation waar bemaling plaatsvindt duurt dit maximaal 4 weken. Er zijn op en langs het VKA-tracé geen verdrogingsgevoelige leef- of foerageergebieden aanwezig. Negatieve effecten van verdroging zijn uitgesloten. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna.

6.3 Toetsing

6.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste

Het VKA is getoetst aan de doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet. Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal. Het waterbeheer is erop gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken. In de effectbeschrijving is aangetoond dat de activiteit niet tot negatieve effecten als gevolg van verdroging leidt.

6.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen

Op grond van de Waterwet kent het Rijk in het Nationaal Waterplan 2016-2021 en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021 (BPRW) gebruiksfuncties toe aan de rijkswateren die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. De functies zijn nader uitgewerkt in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 (BPRW). Het Rijk wil terughoudend omgaan met het ruimtelijk vastleggen van gebruiksfuncties. Gebruiksfuncties die toegekend worden zijn drinkwater en drinkwaterbeschermingszones, zwemwater, Natura 2000-gebied, schelpdierenwateren. Naast deze gebruiksfuncties vervullen de rijkswateren ook tal van andere gebruiksfuncties die niet formeel zijn toegekend via het Nationaal Waterplan, het BPRW of andere planfiguren.

Uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Zoals aangegeven in de bovenstaande paragrafen heeft het project geen (onaanvaardbare) gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

6.4 Conclusie

Met betrekking tot de Rijkswateren aan de Hollandse kust kan er geconcludeerd worden dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

7 Referenties

Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (Phoca vitulina) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16*, *November*, 43. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18174/400306.

Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, *6*(9). https://doi.org/10.7489/1621-1

Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. . (1998). *Risico Analyse Mariene systemen: verstoring door menselijk gebruik. WL-rapport T1660.*

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

BIJ12. (2017). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, *25*(7), 498–502. https://doi.org/10.1002/bem.20019

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.

Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle Cerastoderma edule (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *150*(PB), 271–280.

Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water.*

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020). *Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019*.

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.

Compendium voor de Leefomgeving. (2014). *Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de Leefomgeving*.

Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of Caryophyllia smithii in the central southern North Sea: artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, *8*, e140. https://doi.org/DOI: 10.1017/S1755267215001165

de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

de Jong, C., Binnerts, B., Prior, M., Colin, M., Ainslie, M., Mulder, I., & Hartstra, I. (2019). *Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions", report TNO 2018 R11671*.

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*

Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). *Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra*.

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.

Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.

Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.

Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems - Dollard estuarium en de Waddenzee: eindrapport van het project Baghwad*3.*

Europese Commissie. (2006). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC*.

Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.

Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*. http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en-zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018

Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Efects of electromagnetic fields on marine species, a literature review.*

Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European Seabirds as a tool for marine spatial planning. *Frontiers in Marine Science*, *6*(APR), 1–15. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192

Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., Bartlett, M., & Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology*, *81*(2), 664–695. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).

Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode*, *2017*, 2171–2185.

Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, *36*(1), 41–55.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *25*, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). *Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.*

Heinis, F., & Evers, C. H. M. (2007). *Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA, rapport 2007-02.*

Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.*

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

IenW. (2020). *Factsheets Oppervlaktewater - Kaderrichtlijn Water*.

International Maritime Organisation. (2018). *Anti-fouling systems*. http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Anti-foulingSystems/Pages/Default.aspx

Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C*.

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon Acipenser ruthenus (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, *61*, 87–92.

Energiedialoog, (2016).

Kamerstuk 31510, nr. 64. (2016). *Energieagenda "Naar een CO2-arme energievoorziening."*

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700. https://link.springer.com/article/10.1007/s10641-012-0059-5#citeas

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. *Marine Biology and Ecology*, *61*, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."* www.imares.wur.nl

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maes, Joachim, Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(9), 6523–6534.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment - A literature review -*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.

ministerie van EZK. (2018). Routekaart windenergie op zee 2030. In *Kamerstuk 33561, nr. 42*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). *Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater)*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1*. www.noordzeeloket.nl

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). *Actualisatie Mariene Strategie deel 1*.
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). *Factsheet KRW - behorende bij Ontwerp Stroomgebiedbeheerplan 2022 - 2027, versie maart 2021*.
Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*.
Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105
Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, *95*(1), 135–154. https://doi.org/10.1111/jfb.14068
Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*
Öhman, M. C., Sigray, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, *36*(8), 630–633. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2
Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanbiography*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018
Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.
Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*.
Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).
Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, *75*(3).
Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.
Rijksoverheid. (2017). *Vertrouwen in de toekomst - Regeerakkoord 2017 - 2021 VVD, CDA, D66 en ChristenUnie*.
RIVM. (2017). *Risico's van stoffen| KRW*.
Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).
Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloei door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016 - 2021*.
Schiedon, E., & Jans, M. (2021). *Notitie Berekening bruinvisverstoringsdagen bij globale kabelsurvey IJmuiden Ver (IJVa, IJVb & IJVg). 20210297/not08.*
Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.
Sociaal-Economische Raad. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*.
Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125
St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moult location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series*, *599*, 239–251. https://doi.org/10.3354/meps12624

STOWA. (2012). *Referenties en maatlatten voor de natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn waterer 2015-2021*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van de Wetering, B., Jans, S., & Schiedon, E. (2021). *Voortoets Wet Natuurbescherming Kabel Survey. 20210297/rap02.*

van der molen, D. T., Pot, R., Evers, C. H. M., van Herpen, F. C. J., & van Nieuwerburgh, L. L. J. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027.*

van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. *PLoS ONE*, *11*(1). http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0146324

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable. Measurement report.*

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, *213*(4510), 892–894.

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer
30069169

Datum
12-11-2021

Status
Definitief

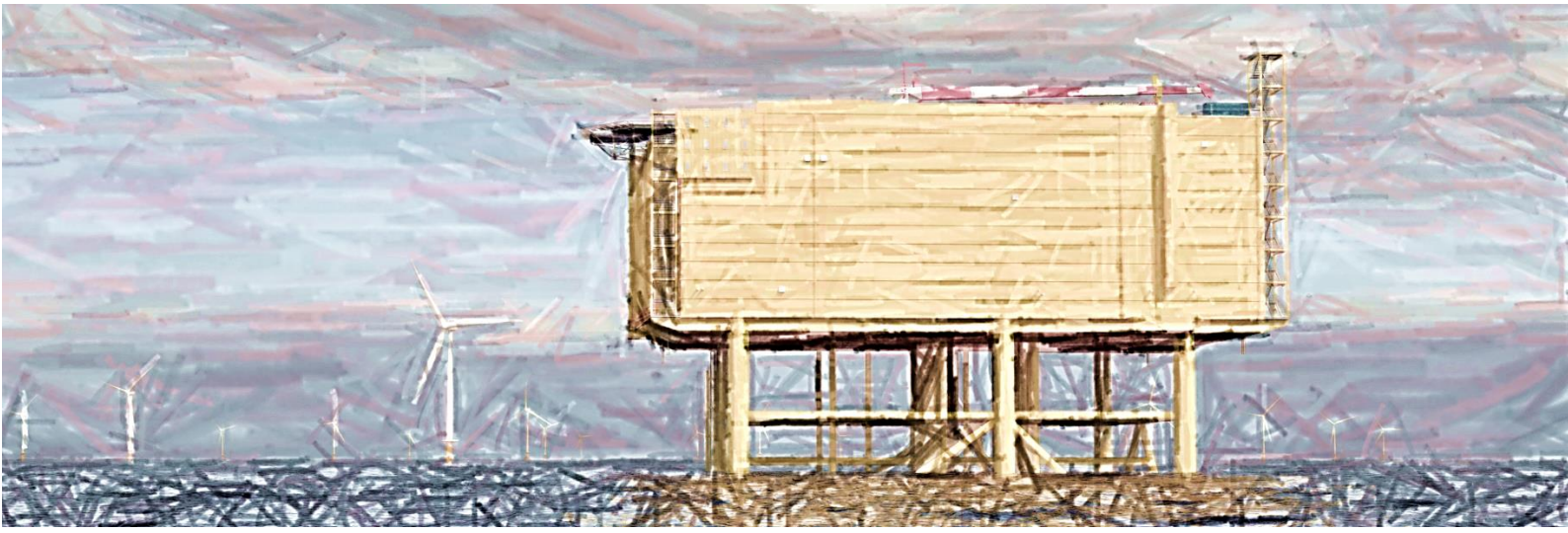
Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta - MER fase 2
Bijlage VII - D Effecten van elektromagnetische velden op zee



Datum: 16 april 2021
Versienummer: V1
Status: Definitief

In opdracht van van:

Effecten van elektromagnetische velden

Electrische, magnetische en elektromagnetische velden

Een elektrisch veld ontstaat bij een verschil tussen de spanning in de kabel en zijn omgeving. Het is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading. Een magnetisch veld ontstaat wanneer er stroom loopt door de kabels (TenneT, 2008). Wanneer een elektrisch en een magnetisch veld aan elkaar zijn gekoppeld wordt er gesproken over een elektromagnetisch veld (RIVM, 2020).

Magnetisch veld

In de literatuur is er geen studie gedaan met een 525 kV-kabelsysteem op gelijkstroom. De meest vergelijkbare studie is gedaan met een 500 kV-kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert (Neptune Regional Transmission System). Fluctuaties met het aardmagnetisch veld zijn gemeten op de zeebodem. Het magnetisch veld van deze kabel op 1 meter begraafdiepte is 20.7 µT (microtesla, de eenheid voor magnetische fluxdichtheid). Op een begraafdiepte van 2 meter is het magnetisch veld afgenomen tot 6.9 µT (Hutchison et al., 2018). Het magnetische veld van een kabel dat gelijkstroom transporteert is gemiddeld geschat op aan de hand van Normandeau et al., (2011). Een kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert, gelegen op 1 meter diepte, heeft recht boven de kabel (0 meter) op de zeebodem een magnetisch veld van gemiddeld 80 µT (gemiddelde van 8 verschillende gelijkstroomkabelsystemen, waarbij de hoogst gemeten waarde op 160 µT ligt en de laagste gemeten waarde op de 20 µT.). Op een afstand van 2 meter (horizontaal langs de zeebodem) is dit afgenomen tot gemiddeld 20 µT. Hierbij is het niet zo dat de kabel waar de meeste stroom doorheen loopt ook daadwerkelijk het grootste veld in de waterkolom veroorzaakt. Dit is ook sterk afhankelijk van ander factoren zoals bijvoorbeeld de oriëntatie van de kabel ten opzichte van andere kabels (parallelligging).

Bij het huidige 525 kV-kabelsysteem van Net op zee IJmuiden Ver komen de waardes bij een begraafdiepte van 1 meter gemeten direct boven de kabel niet hoger dan 17,6 µT (Tennet, 2020). Hiermee ligt dit kabelsysteem onder het gemiddelde van de bovengenoemde gelijkstroomkabelsystemen die al in de zeebodem liggen.

Elektrisch veld

Elektrische velden van kabelsystemen op de zeebodem zijn in het mariene milieu niet waarneembaar omdat deze tegengehouden worden door de isolatie om de kabel (Rijkswaterstaat, 2016). Wel kan door beweging binnen het elektromagnetische veld van een kabel (door waterstroming of zwemmende organismen) een opgewekt elektrisch veld (induced electric field, iEF) ontstaan (Rijkswaterstaat, 2016). Een iEF ontstaat als een organisme door een magnetisch veld beweegt, maar niet als deze parallel aan het magnetische veld beweegt. Hierbij zorgt een loodrechte beweging voor het generen van een maximum iEF (Snoek et al., 2016). Voor de Neptune-kabel (die beschreven is in de vorige paragraaf) is dit veld gemeten op gemiddeld 0,4 mV/m (4 µV/cm) recht boven de kabel (Hutchison et al., 2018). Verder weg van de kabel wordt het veld zwakker.

Effecten op organismen

Elektrische, induced electric fields en elektromagnetische velden komen allen rondom de werkende kabels voor. Verschillende organismen ervaren andere effecten hiervan. In de volgende paragrafen informatie weergegeven per organismen, waarbij de verschillende velden worden door elkaar zijn gebruikt.
Er zijn vier belangrijke effecten van elektromagnetische velden op vissen geïdentificeerd, dit zijn effecten op (Snoek et al., 2016):

1. Gedragsmatige reacties en bewegingen (aantrekking en vermijding);
2. Navigatie- en migratiegedrag;
3. Interacties tussen prooi en predator en verspreiding van prooi; en
4. Fysiologische, embryonale en cellulaire ontwikkelingen.

Ook voor andere organismen geld dat de meeste effecten van elektromagnetische velden onder te verdelen zijn in één van deze categorieën. Er zijn verscheidene studies gedaan over verschillende soortgroepen met betrekking tot elektromagnetische velden, hieronder is een kort overzicht gegeven van de recente bevindingen per soortgroep.

Schaal en schelpdieren
Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al. (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Andrew B Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) en de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* werd het ruimtelijke gedrag gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 µT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51.3 µT) van een DC stroomkabel (330 MV, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften die in een omheining werden geplaatst op de ingegraven stroomkabels lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Voor krabben is gevonden dat deze minder agressief werden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Voor rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische DC-velden met stroomdichtheden van 0,4 µA/cm^2 (Snoek et al., 2016).

Bentische en demersale vissen
Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen

waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 µT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een gelijkstroom-kabel passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008). Uit recent onderzoek is gebleken dat magnetische velden geen effect hebben op Europese paling (Otremba et al., 2019).

Pelagische vissen

De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de fint (*Alosa fallax*), elft (Alosa alosa), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) en via de soortenbescherming de houting (*Coregonus oxyrunchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio)*. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is op moment van schrijven geen openbare informatie beschikbaar over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 µT kan waarnemen (A.B. Gill, 2015). De kans dat deze soorten ook effecten ondervinden is daardoor aanwezig.

Dat deze soorten dit kunnen waarnemen betekent niet dat ze er last van hebben of een verandering van gedrag vertonen. Zo liet een experiment geen veranderingen in gedrag zien van de Atlantische zalm (*Salmo salar*). In het experiment passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015).

Elasmobranchen (elektrische velden)

Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai is bekend dat deze magnetische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van 0.01 µV/cm (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektrische

velden op deze soorten. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor elektromagnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al. (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven DC-stroomkabel sterke gedragsverandering vertoonden ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het EMF hoger was dan 52.6 µT, zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren.
Verder is bekend dat de Hondshaai onderscheidt kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen (Newton et al., 2019) en is kabelbijten van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren
Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er is geen bewijs voor de aanwezigheid van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae)*, gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam(Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger *et al.* (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann *et al.* (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking.
Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 µT, zoals beschreven in Normandeau et al., (2011) en Snoek et al., (2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In Kirschvink (1990), waar deze data vandaan komen, zijn de data gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeld Snoek et al. (2016) dat het ook mogelijk is dat de bruinvis geen last heeft gehad van fluctuaties in magnetisch veld, maar dat het komt door de morfologie van de zeebodem. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus*

griseus), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Hier is gemeten op 350-400 meter hoogte dat veranderingen van 0.05 µT in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent niet dat als deze verstoring boven de 0.05 µT uitkomt op de zeebodem, deze dieren al verstoord raken. Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden.

Conclusie
Uit bovenstaande informatie blijkt dat er aanwijzingen zijn dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee en de grote wateren wel dieren zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Veel onderzoeken in deze bijlage spreken over waardes van boven de 1.000 µT (wat ver boven het aardmagnetisch veld zit, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond).

Voor de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, aangezien er nog veel kennisleemtes zijn over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 µT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende schadelijke effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch sterk afneemt hoe verder weg gemeten van de kabel, zal deze waarde van 0.05 µT niet bereikt worden met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. Verder onderzoek is echter nodig om de effecten op zeezoogdieren door elektromagnetische velden vast te stellen en in te kaderen zodat er reikwijdtes kunnen worden vastgesteld.

Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor de kans klein is dat benthische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor beïnvloed worden. De temperatuursverhoging van de zeebodem zal verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, die tussen de seizoenen kan oplopen tot 30 graden celsius (Müller et al., 2016). Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

Referenties

Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, *6*(9). https://doi.org/10.7489/1621-1

Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, *25*(7), 498–502. https://doi.org/10.1002/bem.20019

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Efects of electromagnetic fields on marine species, a literature review.*

Gill, A.B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A.B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A.B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).

Gill, Andrew B, Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon Acipenser ruthenus (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, *61*, 87–92.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomatic sensititivy in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Senory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment - A literature review* -.

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, *95*(1), 135–154. https://doi.org/10.1111/jfb.14068

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*

Öhman, M. C., Sigray, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, *36*(8), 630–633. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2

Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). *Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea)*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018

Rijkswaterstaat. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1 – Desk Study*.

RIVM. (2020). *Elektromagnetische Velden | RIVM*.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Taormina, B., Di Poi, C., Agnalt, A., Carlier, A.-L., Desroye, N., Escobar-Lux, R. H., D'eu, J.-F., Freytet, F., & Durif, C. M. F. (2020). Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (Homarus gammarus). *Aquatic Toxicology*, *220*(105401), 8.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

Tennet. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel* (Issue December).

TenneT. (2008). *Elektrische en magnetische velden*.

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, *213*(4510), 892–894.

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer
-

Datum
16 april 2021

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Notitie
TNO 2021 M11308

Defence, Safety & Security
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61

Aan
Arcadis Nederland B.V.
T.a.v. Bernd van Kuijk

Van
Christ de Jong & Paul de Krom

Onderwerp
Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windparken IJmuiden Ver

Datum
13 juli 2021

Onze referentie
DHW-2021-AS-100340687

Projecnummer
060.35787/01.22

Contactpersoon
Dr. ir. C.A.F. de Jong

E-mail
christ.dejong@tno.nl

Doorkiesnummer
+31888668034

1 Inleiding

Arcadis Nederland BV heeft TNO gevraagd berekeningen uit te voeren van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien voor het Beta-platform voor de IJmuiden Ver windparken. Dit betreft berekening van de te verwachten geluidniveaus op 750 m van de heilocatie en van geluidcontouren waarbinnen bruinvissen en zeehonden kunnen worden verstoord door het heigeluid, volgens de aanpak zoals beschreven in het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019).

2 Aanpak

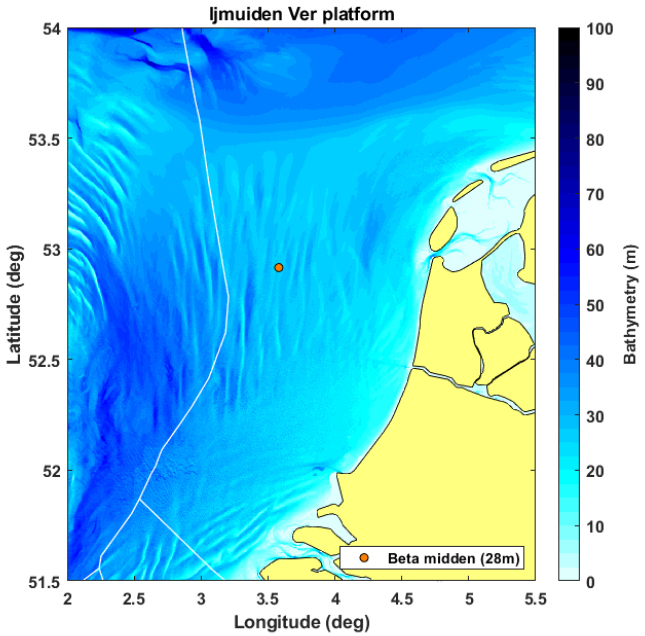
In deze studie is met behulp van het Aquarius 4 voorspellingsmodel (de Jong et al, 2018) uitgerekend wat het te verwachten onderwatergeluidniveau (single strike sound exposure level; SELss) is op 750 m van de heilocatie, en binnen welk oppervlak rond de heilocatie bruinvissen en zeehonden verstoord worden.

3 Heilocatie

De locatie is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1. De berekeningen zijn uitgevoerd voor vijf heilocaties, in het midden en op de vier hoekpunten van het platform.

Tabel 1: Coördinaten zoekgebieden platform Beta, weergegeven in Rijks Driehoeks coördinaten en WGS84.

positie	X_RD	Y_RD	NORTHING	EASTING
midden	33501,52793	549062,7888	52° 54' 53,913" N	3° 34' 51,000" E
Hoekpunt Noord	33505,30097	549117,4589	52° 54' 55,684" N	3° 34' 51,129" E
Hoekpunt Oost	33548,88617	549090,3614	52° 54' 54,843" N	3° 34' 53,497" E
Hoekpunt Zuid	33497,75489	549008,1187	52° 54' 52,142" N	3° 34' 50,872" E
Hoekpunt West	33454,16968	549035,2162	52° 54' 52,983" N	3° 34' 48,504" E



Figuur 1 De voor de modellering gebruikte bathymetrie (laagste astronomische getij, bron: EMODnet, zie Tabel 3) en platformlocatie.

4 Invoergegevens

De toegepaste invoergegevens voor de heigeluidberekeningen zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2: de in de modellering gebruikte parameters voor heipalen en heihamer.

	Platformpalen
Aantal palen	16
Paaldiameter	2,5 m
Wanddikte[1]	60 mm
Hei-energie	2000 kJ
Massa ram (IHC-S-2500 of vergelijkbaar)	126 ton
Massa aambeeld[2]	126 ton
Contactstijfheid	20 GPa

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de onderwater-geluiduitstraling van de heipaal op basis van de eigenschappen van hamer, aambeeld en paal, gebruik makend van het hamermodel van Deeks & Randolph (1993).

[1] Voor een wanddikte van 80 mm zijn de geluidniveaus maximaal 1 dB lager.
[2] Bij gebrek aan verdere detailinformatie gaan we uit van de realistische schatting dat de massa's van hamer en aambeeld gelijk zijn.

5 Aquarius 4 propagatieberekening

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de ruimtelijke verspreiding van het onderwatergeluid onder invloed van gegevens van de omgeving (bathymetrie en geologie).

Tabel 3 geeft een overzicht van de in de berekeningen toegepaste waarden van de omgevingsparameters. De bathymetrie (ten opzichte van het laagste astronomische getij) is verkregen uit het EModNet dataportaal. De overige gegevens zijn gebaseerd op standaardwaarden uit (Ainslie, 2010, tabel 4.18), aangepast naar aanleiding van een eerdere validatie van de berekenings-resultaten van het Aquarius 4 model met meetgegevens van het heien voor een turbinefundatie voor het Gemini offshore windpark (de Jong et al, 2018). Op basis van die validatiestudie kunnen de gegevens als voldoende representatief worden beschouwd voor deze omgeving.

Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In de huidige aanpak berekenen we daarom het worst-case scenario waarbij het effect van wind en golven verwaarloosd wordt.

Tabel 3: Omgevingsparameters voor de geluidpropagatieberekeningen

Waterdiepte	EMODnet bathymetrie, 1/8 minuut resolutie, http://www.emodnet-bathymetry.eu/), zie Figuur 1.
Bodemtype	'medium sand' (Ainslie, 2010; Tabel 4.18; $\phi = 1.5$)
Bodem geluidsnelheid	1797 m/s
Bodem dichtheid	2136 kg/m^3
Bodem absorptie (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/golflengte voor $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250\ \text{Hz}}\right)^{1.8} \times$ 0,88 dB/golflengte voor $f <$ 250 Hz
Zeewater geluidsnelheid	1500 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m^3
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s

6 Drempelwaarden

Volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden overschrijdt:

Bruinvis: ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1 μPa^{2}s

Zeehond: Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 μPa^{2}s

Hierbij verwijst de term ‘Mpw-gewogen’ naar het toepassen van een frequentieweging volgens het door Southall et al (2017) gedefinieerde filter voor ‘pinnipeds in water’. Deze weging houdt rekening met een bandbreedte van het gehoor van zeehonden onderwater, tussen 75 Hz en 75 kHz.

7 Resultaten berekeningen onderwatergeluid

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt op een cirkel met een straal van 750 m rond elk van de vijf locaties (Tabel 1) een maximumwaarde van de ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 µPa^{2}s, bij heien zonder mitigatiemaatregelen.

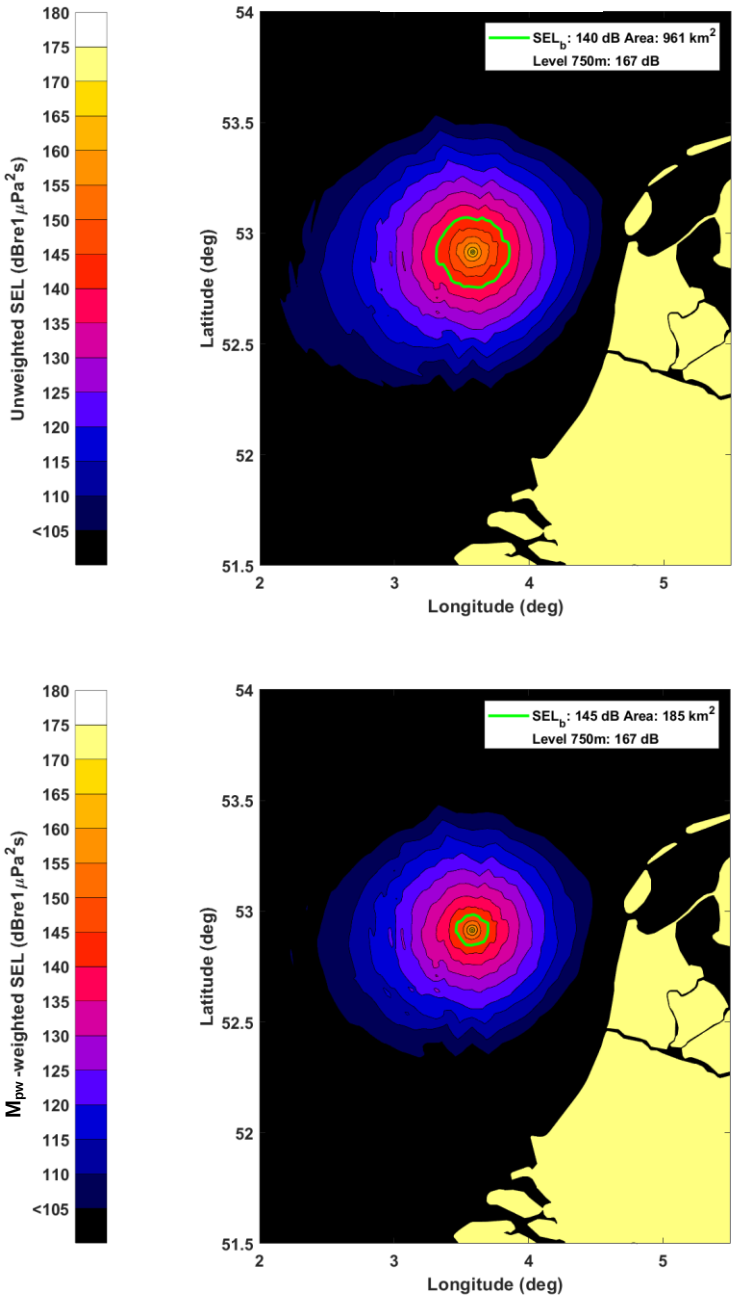
Volgens deze berekeningen is de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 1 dB lager dan de verwachte geluidsnorm (168 dB re 1 µPa^{2}s, zie Heinis et al, 2019). Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben, zie ook sectie 9 van deze notitie. Het risico van een overschrijding van de geluidsnorm kan daarom niet geheel worden uitgesloten.

8 Verstoringsoppervlak

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt ook de geluidverspreiding rond de bron, bij ongemitigeerd heien, zoals weergegeven in Figuur 2. Deze figuren tonen de (“SELb”) verstoringscontour rond de heilocatie waarbinnen het geluid de drempelwaarde voor verstoring van bruinvissen of zeehonden overschrijdt.
Het maximale oppervlak binnen de berekende verstoringscontouren is:

- Verstoringsoppervlak bruinvissen: 961 km^2
- Verstoringsoppervlak zeehonden: 185 km^2

Figuur 2 toont de contouren rond de middenpositie van het platform. Voor de vier hoekpunten zijn de contouren nagenoeg gelijk. Het berekende verstoringsoppervlak voor de vijf locaties verschilt maximaal 2‰ voor de bruinvissen en maximaal 6‰ voor de zeehonden.



Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) en verstoringscontouren voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder) voor het heien van de fundering voor het Beta-platform voor de IJmuiden Ver windparken.

9 Discussie modelonzekerheden

TNO heeft in de afgelopen jaren een suite van Aquarius rekenmodellen ontwikkeld waarmee de onderwatergeluidverspreiding rond een heipaal berekend kan worden. De keuze van een modelversie uit die suite hangt af van de beschikbare informatie en de complexiteit van de berekening. De onzekerheid in de berekende geluidverspreiding zou in theorie af moeten nemen wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. De beperkte modelvalidatie aan de hand van meetgegevens voor het heien van funderingspalen voor offshore windturbines op het Nederlands Continentaal Plat (PAWP, Luchterduinen, Gemini; zie Binnerts et al. 2016) laat zien dat we nog niet goed in staat zijn om die onzekerheid te kwantificeren, omdat we de bijdragen van de diverse parameters aan de onzekerheid niet goed kunnen scheiden. In een eerdere studie bleek de ongewogen breedband SELss uit de (worst-case) Aquarius berekening ongeveer 3 dB af te wijken van de maximaal gemeten waarde.

Voor het bepalen van verstoringsdrempels is in deze studie uitgegaan van de normen zoals in het KEC-2018 gehanteerd. Recente metingen van verstoring van bruinvissen bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018) suggereren dat deze norm mogelijk leidt tot overschatting van aantal verstoorde bruinvissen op basis van de berekende verstoringscontouren (Binnerts et al. 2016) ten opzichte van de daadwerkelijk gemeten verstoring bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018). Een mogelijke verklaring kan zijn dat bruinvissen vooral door de hogere frequenties in het heigeluid verstoord worden, terwijl voornamelijk laagfrequent heigeluid overblijft na propagatie over grotere afstanden. Dat effect zou wellicht in rekening kunnen worden gebracht door middel van een frequentiegewogen geluidniveau, maar die hypothese behoeft nader onderzoek (Tougaard et al. 2015).

10 Conclusie

Aquarius 4 berekeningen van het onderwatergeluid bij het ongemitigeerd heien van de funderingspalen voor het Beta-platform leiden, bij een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ, tot een ongewogen breedband single strike sound exposure level op 750 m afstand van de heilocatie van 167 dB re 1 μPa^2s, met een onzekerheid van minimaal 3 dB. Door deze onzekerheid kan het risico van een overschrijding van de geluidsnorm (168 dB) niet geheel worden uitgesloten.

De berekeningen geven aan dat het heigeluid bruinvissen kan verstoren binnen een oppervlak van 961 km^2 rond het platform en zeehonden binnen een oppervlak van 185 km^2.

11 Referenties

Ainslie, 2010: “Principles of Sonar Performance Modeling”, Springer-Praxis

API, 2014: “API Recommended Practice 2A-WSD Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design”, American Petroleum Institute, www.api.org

Binnerts et al, 2016: “Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound”, report TNO 2016 R11338.

Deeks & Randolph, 1993: “Analtical modelling of hammer impact for pile driving”, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.17: 279-302

de Jong et al, 2018: “Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions”, report TNO 2018 R11671. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predeictions_tno_2019.pdf)

Geelhoed et al, 2018: “Gemini T-c: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015”, Wageningen Marine Research report C020/17

Harwood et al, 2014: “A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations”, Report SMRUL-TCE-2013-014.

Heinis et al, 2019: “Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen”. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsief_geluid_op_bruinvissen_20190124def.pdf)

Southall et al, 2017: “Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations”, Aquatic Mammals 33(4): 411-521

Tougaard et al, 2015: “Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises”, Marine Pollution Bulletin 90, 196–208

NET OP ZEE IJMUIDEN VER (BETA)

slibmodelleerstudie (vertroebeling)

TenneT TSO B.V.

28 OKTOBER 2021

INHOUDSOPGAVE

1 SLIBMODELLEERSTUDIE 1X4 KABELCONFIGURATIE 4

1.1 Inleiding 4

1.1.1 Doelstelling 4

1.1.2 Locatiebeschrijving 4

1.1.3 Aanpak 7

1.1.4 Leeswijzer 7

1.2 Realisatie VKA-tracé 8

1.2.1 Aanlegmethodiek 8

1.2.1.1 Algemene methodiek 8

Pre-sweeping 8

Baggeren 9

Trenchen 10

1.2.1.2 Ingezet materieel 11

1.2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden 11

1.2.2 Baggervolumes 11

1.3 Delft3d model opzet 14

1.3.1 Randvoorwaarden 14

1.3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie 15

1.3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden 18

1.3.4 Sedimenteigenschappen in het model 19

1.4 Modelresultaten 20

1.4.1 Vertroebeling 20

1.4.1.1 Achtergrondconcentratie 20

1.4.1.2 Baggerpluim 20

1.4.1.3 Tijdseries 21

1.4.2 Sedimentatie 25

1.4.2.1 Sedimentatiesnelheid 25

1.4.2.2 Sedimentatie laagdikte 26

1.5 Conclusies 26

2 SLIBMODELLEERSTUDIE 2X2 KABELCONFIGURATIE 28

2.1 Inleiding 28

2.1.1 Doelstelling 28

2.1.2 Locatiebeschrijving 28

2.1.3 Aanpak 31

2.1.4 Leeswijzer 31

2.2 Realisatie VKA-tracé 32
2.2.1 Aanlegmethodiek 32
2.2.1.1 Algemene methodiek 32
Pre-sweeping 32
Baggeren 33
Trenchen 34
2.2.1.2 Ingezet materieel 35
2.2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden 35
2.2.2 Baggervolumes 35
2.3 Delft3d model opzet 38
2.3.1 Randvoorwaarden 38
2.3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie 39
2.3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden 42
2.3.4 Sedimenteigenschappen in het model 43
2.4 Modelresultaten 44
2.4.1 Vertroebeling 44
2.4.1.1 Achtergrondconcentratie 44
2.4.1.2 Baggerpluim 44
2.4.1.3 Tijdseries 45
2.4.2 Sedimentatie 49
2.4.2.1 Sedimentatiesnelheid 49
2.4.2.2 Sedimentatie laagdikte 50
2.5 Conclusies 51
3 BIBLIOGRAFIE 53

1 SLIBMODELLEERSTUDIE 1X4 KABELCONFIGURATIE

1.1 Inleiding

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de vertroebelingstudie welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor de windparken IJmuiden Ver Beta (IJver Beta). Met name de werkzaamheden omtrent de aanleg van de zeekabels die de netaansluiting zullen vormen van het windenergiegebied op het hoogspanningsnetwerk op land van TenneT TSO B.V. (TenneT) is beschouwd in deze studie.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren van het VKA-tracé op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

1.1.1 Doelstelling

Ten behoeve van de MER-onderdeel Natuur op Zee inzake de aanleg van de kabelsystemen naar IJver Beta is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de kabel wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden effect zullen hebben op beschermde organismen, vogels, vissen, zoogdieren en bodemdieren. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in het MER-hoofdstuk Natuur op zee gepresenteerd.

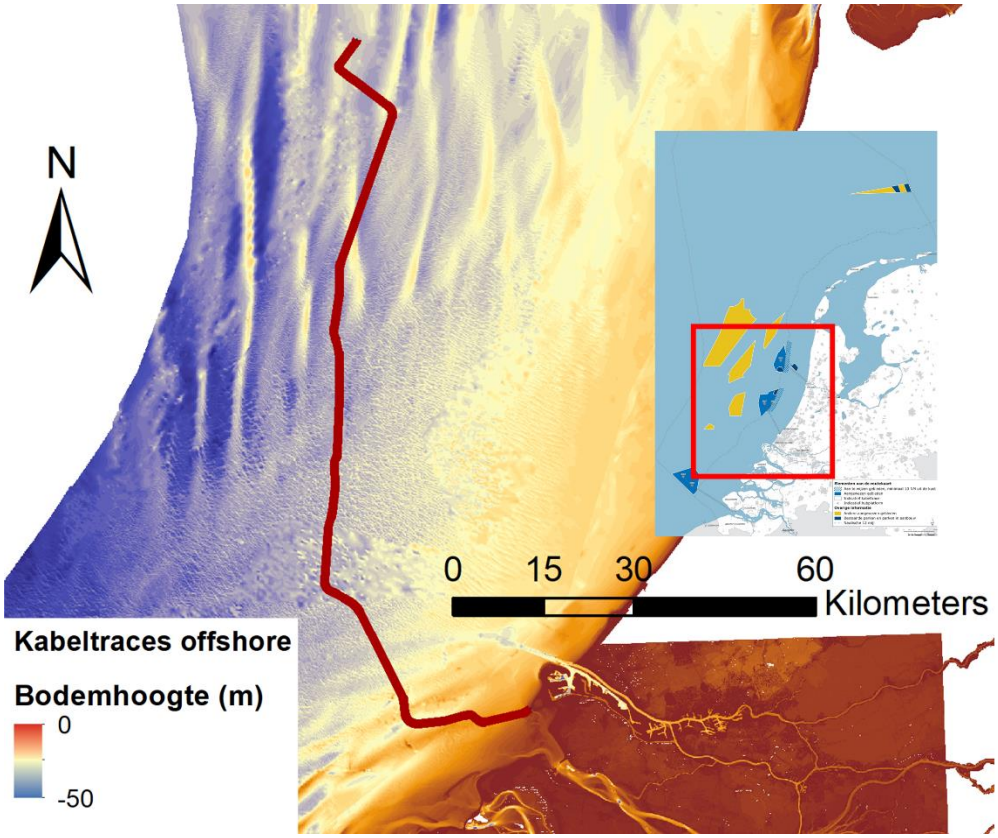
1.1.2 Locatiebeschrijving

Het beoogde windmolenpark in de Noordzee bevindt zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden, ten westen van Net op zee Hollandse Kust. De kabels die het energietransport van het windmolenpark naar het vasteland faciliteren, landen op de Maasvlakte II, de vertroebelingstudie zal gaan tot aan aanlanding zoals te zien is in Figuur 1.

In het bodemprofiel langs het voorkeursalternatief (VKA) van het VKA-tracé (IJver Beta) zijn vijf verschillende gebieden onderscheiden:

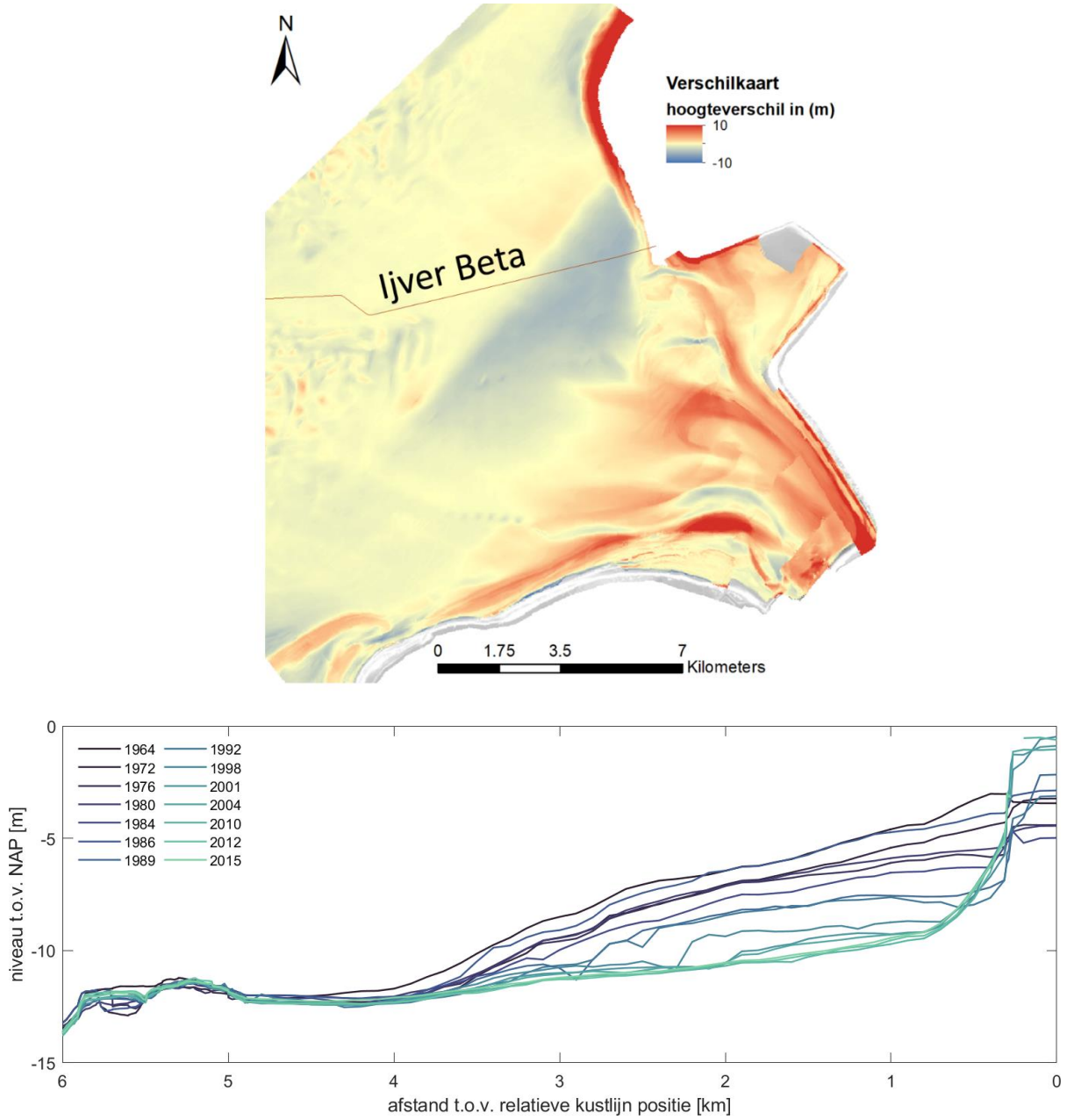
1. Kust: Aanlanding Maasvlakte II
2. Kust: Actieve zone; Voordelta
3. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, VKA-tracé richting NW: met zandgolven
4. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, VKA-tracé richting N: met zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, VKA-tracé richting NO: met zandgolven

Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 3 t/m 5, waarbij een groot deel bestaat uit zandgolven. Deze zandgolven liggen parallel aan de kabel of loodrecht er tegenop, waardoor baggervolumes per gebied variëren.



Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en VKA-tracé IJver Beta.

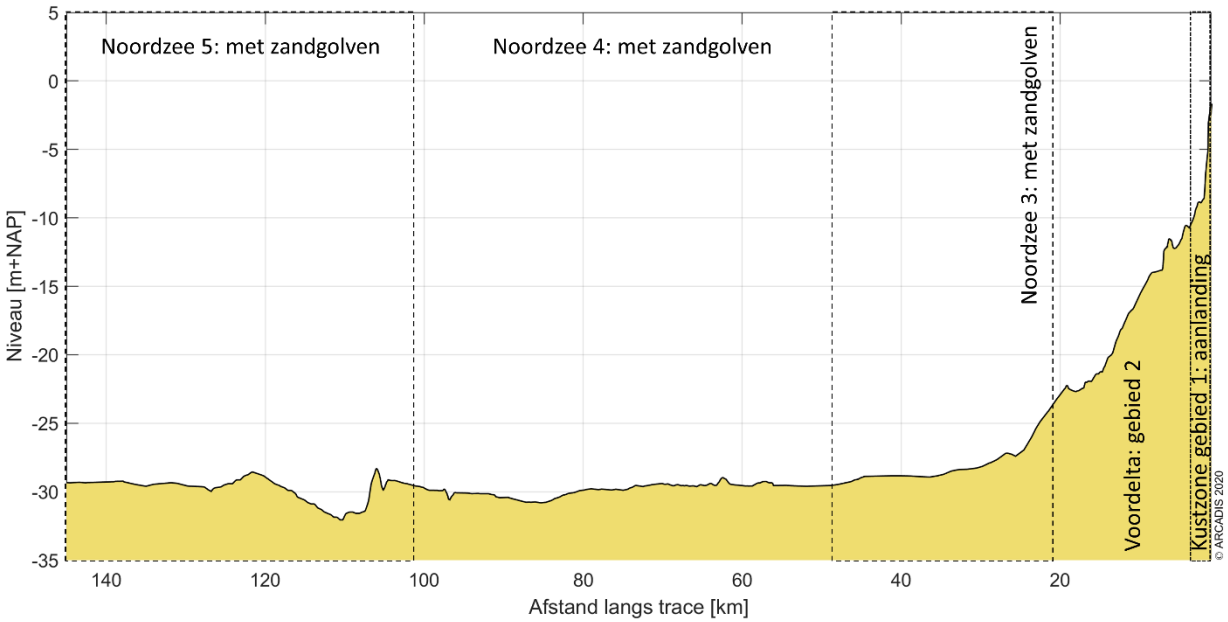
De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstroming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel. Door de monding van de Haringvliet heeft zich in het verleden op de zeebodem een delta (de Voordelta) gevormd, waarbij geulen-banken patroon is ontstaan. Deze morfologie zorgt tevens voor een andere dynamiek dan verder offshore op de zeebodem, waar zandgolven en tidal-ridges bevinden. De geulen in de Voordelta verplaatsing zich deels na sluiten van de Haringvliet, waardoor erosie en ook sedimentatie plaats vindt. Ter hoogte van het VKA-tracé IJver Beta heeft er sinds de afsluiting erosie plaatsgevonden (Figuur 2).



Figuur 2 Veranderingen van de kustzone ter hoogte van VKA-tracé sinds de afsluiting van het Haringvliet (boven: overzicht van bovenaf, verschil in hoogte tussen 2015 en 1964. Onder: dwarsprofiel van de bodemligging).

De aanlanding van de kabel (gebied 1) zal worden uitgevoerd door deze af te sluiten van het open water door middel van damwanden. Voor deze studie is aangenomen dat de effecten (vertroebeling, sedimentatie) van de werkzaamheden binnen dit gebied verwaarloosbaar zijn voor de situatie buiten het afgesloten gebied. Deze werkzaamheden zijn daarom niet beschouwd in de analyse in deze studie.

Het volledige langsprofiel is weergegeven in Figuur 3. In de offshore gebieden worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen over het gehele VKA-tracé vanaf KP 20 tot aan het platform. Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 3 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met zandgolven, afhankelijk van richting van de zandgolven ten opzichte van het VKA-tracé.

1.1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de scenario's voor de aanleg van de kabels;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In een eerdere fase (MER Deel A) is het af te graven VKA-tracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding. Deze aspecten zijn vervolgens meegenomen in de modelscenario's.

In deze studie is gewerkt met meerdere scenario's. De fasering van het ingraven van de kabels is een onderdeel van de 'aanlegscenario's', hiervoor is 1 scenario doorgerekend en de eigenschappen van het sediment is onderdeel van de 'effectscenario's'. Combinaties van deze scenario's zijn verwerkt in een model. De verschillende scenario's zijn in verder toegelicht in hoofdstuk 1.2 en 1.3.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht, ofwel sediment concentratie, en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.

1.1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 1.2 is ingegaan op de realisatie van het VKA-tracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 1.2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden.

Een beschrijving van het effectscenario die gebruikt is in deze studie, is gepresenteerd in Hoofdstuk 1.3, waar tevens de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden is

beschreven. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 1.4. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 1.5.

1.2 Realisatie VKA-tracé

In dit hoofdstuk worden de baggermethodiek en de baggervolumes beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is voor beide aspecten een realistische worst-case benadering toegepast. Hierbij is gebruik gemaakt van de informatie die gegeven is vanuit Tennet in de 'Typical Installation Methods' (TIM).

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het VKA-tracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

1.2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het VKA-tracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere zones wordt geïntroduceerd.

1.2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment (< 63 µm). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze het beun leegt middels bodemdeuren (kleppen).

De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-sweeping (wegbaggeren van de kruinen van zandgolven), waarna via trenchen de kabel in het zeebed wordt begraven. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

Pre-sweeping

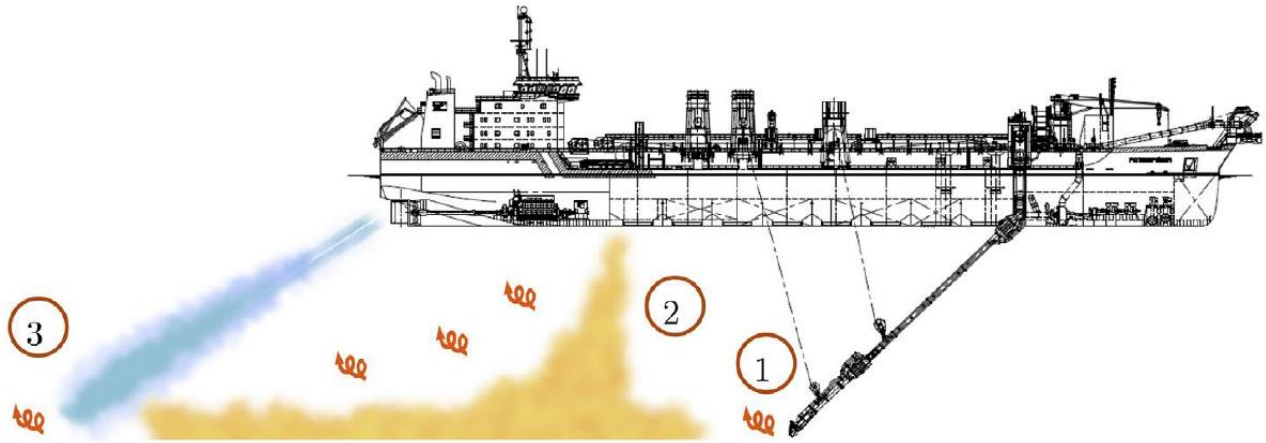
Pre-sweeping is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Om de kabels op de beoogde diepte te kunnen installeren onder de mobiele zandgolven, zullen de kruinen van de zandgolven op de route moeten worden weggebaggerd, voorafgaande aan het installeren van de kabels. Dit wordt gedaan om geen onderhoud te hoeven plegen gedurende de levensduur van de kabels. Het pre-sweepen van de zendgolven zal gebeuren over een groot deel van het VKA-tracé. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 125 km van het VKA-tracé zandgolven bevinden (gebieden 4 t/m 7), waarbij de hoeveelheid afhankelijk is van de ligging van de kabel ten opzichte van de zandgolven. De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

Baggeren

Daar waar het water te ondiep is voor het installeren van kabels, zal een toegang moeten worden gebaggerd voor de installatie schepen. Daarvoor zullen op zee en in binnenwateren sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD) ingezet worden. Sleephopperzuigers verweken de grond met waterjets en zuigen het grond-watermengsel op via hun sleepkoppen. De grond komt in de bopper (het beun, laadruim) van het schip terecht terwijl het opgezogen water overboord stroomt. Bij de aanlanding van de kabel op het land, bij de aanlandingen in het Veersemeer en op plekken die voor een sleephopperzuiger lastig of niet bereikbaar zijn, kunnen snijkopzuigers (cutter-suction-dredger, CSD) of graafmachines op pontons (backhoe-dredgers) in worden gezet. Daarbij wordt de opgebaggerde grond ofwel in beunschepen gelost, die het dan naar een stortlocatie, of de grond wordt door leidingen weggepompt naar een stortlocatie. Het totale baggervolume wordt beschouwd in paragraaf 1.2.2.

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleephopperzuiger. Figuur 4 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 4 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggeraars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terechtkomen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwervelen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote

stroomsnelheden achter de schroef zich veel dichter bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een “green-valve” wordt toegepast, een systeem om luchtbellen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het VKA-tracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 1.3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 1: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
Opwoeling door sleepkop	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
Overstort/overvloei-installatie	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
Opwoeling door scheepsschroef e.d.	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
Verspreiding d.m.v. kleppen	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij doormiddel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefuïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed kan worden ingebracht. Dit gebeurt door middel van jet-zwaarden die met waterstralen de bodem verweken en zo een relatief smalle sleuf met vloeibare grond creëren. Jet-trenchers kunnen de bodem tot op een diepte van 10-12 meter onder het zeebed verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte. Door het verweken van de zeebodem zullen nabij het zeebed gronddeeltjes worden opgewoeld. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Deze activiteit is niet te vergelijken met baggeren betreffende de vertroebeling. Vertroebeling door trenchen is in de orde van grootte vergelijkbaar met het slepen van visnetten over de bodem.

1.2.1.2 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher, één CSD en meerdere sleephopperzuigers voor precisie baggeren en pre-sweepen van de zandgolven.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van één snijkopzuiger met een conservatieve productie van 25.000 m^3 per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat vier sleephopperzuigers met een productiviteit van 12.000 m^3 per dag, ofwel 84.0000 m^3/week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-sweeping).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen en aan de andere kant tijd, zodat het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

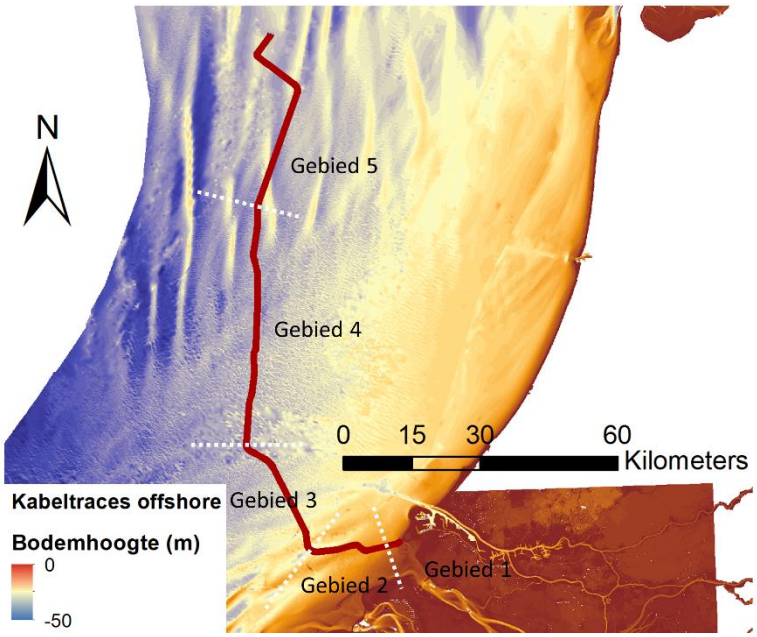
De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door aan te nemen dat alle schepen tegelijk bezig zijn in een bepaald deel. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

1.2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het VKA-tracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar beide windparken), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone en offshore op de Noordzee. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 4.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 4 à 5 maanden, inclusief uitdemptijd. Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologische gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer.

1.2.2 Baggervolumes

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuur 1 en Figuur 3 voor de ruimtelijke weergave).



Figuur 5 Gebiedsindeling voor de locaties met zandgolven, waarbij oriëntatie tov VKA-tracé verandert.

Tabel 2 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	0: Geen slib	1	2	3	4	5
Grens	Strand (duin tot muien)	Aanlanding Maasvlakte:	Voordelta	Area 2 met zandgolven	Area 3 met zandgolven	Area 4 met zandgolven
Begraafdiepte	nvt	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering: 8 m diep	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer
Techniek(en)	nvt	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m
Volume per strekkende meter	nvt	300 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	Trenchen 2 m^3/m (aanname)	32 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	49 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	30 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)
Afgerond	0 m^3/m	302 m^3/m	2 m^3/m	34 m^3/m	51 m^3/m	32 m^3/m

Wanneer de volumes per strekkende meter vermenigvuldigd worden met de lengte van het VKA-tracé, worden de totaalvolumes voor het baggeren gevonden. De lengtes van de tracédelen (MER Deel B, Water, Bodem, Zee) zijn gepresenteerd in Tabel 3. In de volumebepaling is aangenomen dat het zandvolume dat wordt weggehaald door trenchen meegenomen wordt in het totaalvolume. In Tabel 4 worden de volumes getoond die gebaggerd worden in een realistische worst-case. Voor windmolenpark IJmuiden Ver Beta wordt één VKA-tracé gerealiseerd. Het effect van IJmuiden Ver Alpha is los beschouwd.

Pre-ploughing wordt toegepast langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn. Zoals gepresenteerd in de locatiebeschrijving vallen de zandgolven over het gehele VKA-tracé voor de Noordzee zone met een lengte van 125,1 km.

Het totale baggervolume voor IJver Beta bedraagt 5.426.200 m^3.

Tabel 3 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.

	Totale lengte tracé [m]	Gebied 0 [m]	Gebied 1 [m]	Gebied 2 [m]	Gebied 3 [m]	Gebied 4 [m]	Gebied 5 [m]
IJver Beta	146.200	400	1000	19.700	29.800	51.100	44.200

Tabel 4 Volumes te baggeren sediment voor het de VKA-tracés in m^3.

Gebied	0	1	2	3	4	5
IJver Beta [m^3]	0	302.000	39.400	1.013.200	2.657.200	1.414.400

Hoewel geen meetgegevens beschikbaar zijn, is bij deze slibverspreidingsstudie aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 5% of 10% is van het totaalvolume. Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN, HKWA en HKWB is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie, 2018; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie, 2020). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk is of dit een gewichtspercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtspercentage van 2,5 tot 3,5 % (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7 %. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 5 % is gekozen voor de Voordelta bij de Maasvlakte en sluit aan bij de bevindingen uit de grondanalyse voor BritNed, waar IJver Beta naast komt te liggen. De 10 % is gekozen voor het deel op de Noordzee en sluit aan bij de recente grondanalyse voor HKN en HKWA, waar naar voren kwam dat in de eerste 1-2 m vooral zand aanwezig was met minder dan 5 % aan slib, maar op iets diepere delen werd zelfs hogere percentages aangetroffen. Aangezien het grootste deel dat gebaggerd wordt uit de bovenste laag bestaat is 10 % een redelijke inschatting. Daarmee is deze aanname realistisch en niet overdreven conservatief.

Zoals in Tabel 5 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 525.550 m^3.

Tabel 5 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m^3.

Gebied	0	1	2	3	4	5	Totaal
Volumepercentage slib	N.v.t.	5%	5%	10%	10%	10%	
IJver Beta [m^3]	0	15.100	1.970	101.320	265.720	141.440	525.550

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 4 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleephopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 1 van IJver Beta met een enkele kleine sleephopperzuiger zal circa 6 weken nodig zijn (151.100 m^3 / 25.000 m^3/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 3 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 6. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en pre-sweepen en trenchen. Echter is gebied 2 niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. Verder is er rekening gehouden dat voor gebied 3 tot en met 5 niet gewacht hoeft te worden op de baggerwerkzaamheden in gebied 1. De doorlooptijd voor het scenario is op basis hiervan beschouwd in Hoofdstuk 1.3.

Tabel 6 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	0	1	2	3	4	5	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	CSD/ backhoe	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger	Grote sleephopperzuiger	Grote sleephopperzuiger	
Productiviteit baggerschip [m^3/week]	n.v.t.	25.000	n.v.t.	84.000	84.000	84.000	
Aantal schepen	n.v.t.	1	n.v.t.	4	4	4	
IJver Beta [weken]	0	6	< 0.5	3	8	4	15

1.3 Delft3d model opzet

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark IJmuiden Ver op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 40 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

1.3.1 Randvoorwaarden

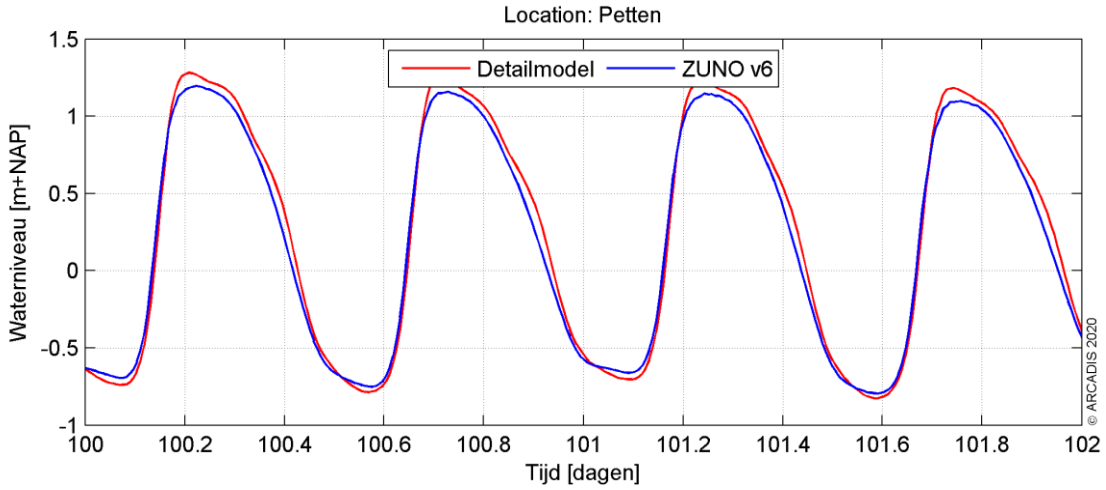
Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden en zuiden, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. Terwijl de westelijke rand parallel aan de kust bestaat uit een waterstandsrand. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

De Riemann-randen zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

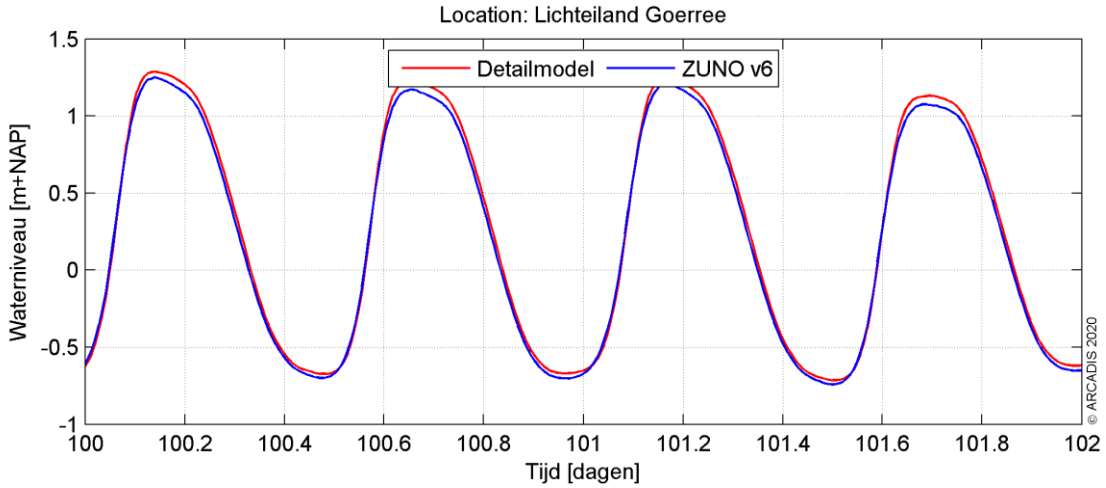
Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann-randvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

In Figuur 6 en Figuur 7 zijn de waterstandssignalen getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en Lichteiland Goerree, midden in het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de vloedwaterstanden komen zeer goed overeen. De vloedwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat in het Detailmodel de bodemhoogte afwijkt ten opzichte van het ZUNO-model,

doordat er sprake is van een hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



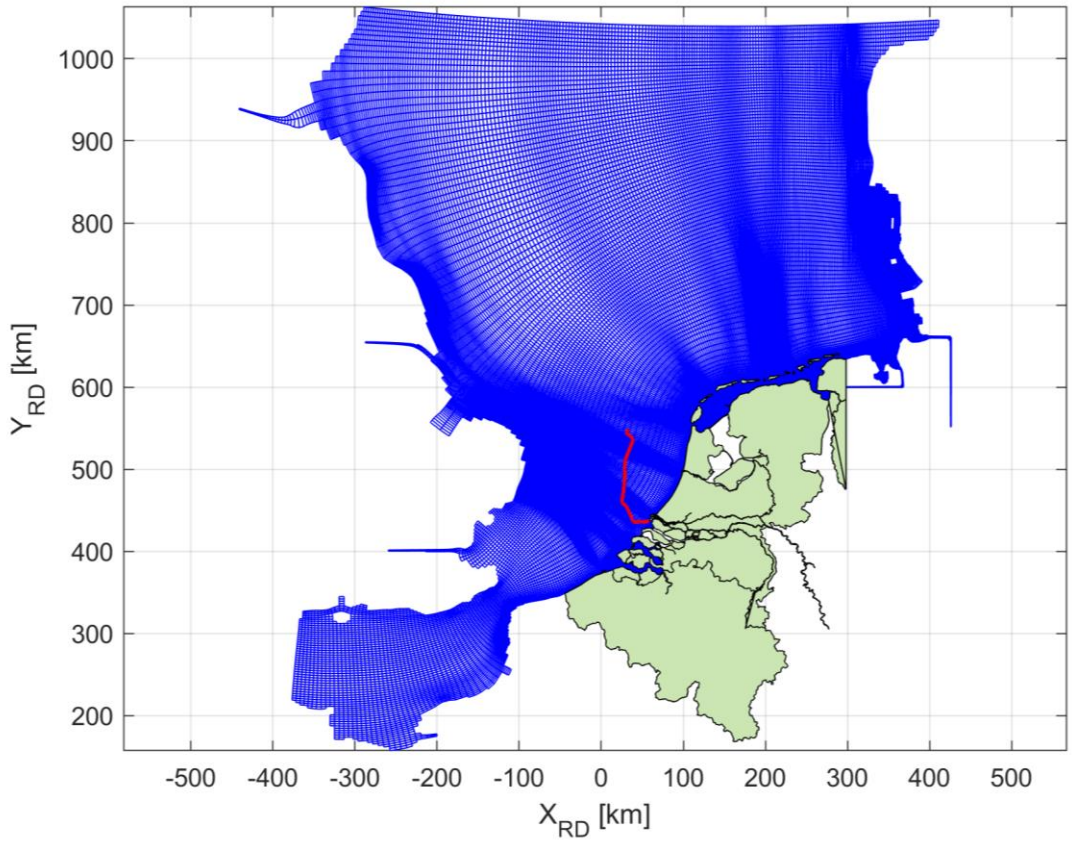
Figuur 6 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.



Figuur 7 Waterstandssignaal bij meetpunt Lichteiland Goerree.

1.3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied. Het rooster is gepresenteerd in Figuur 8.

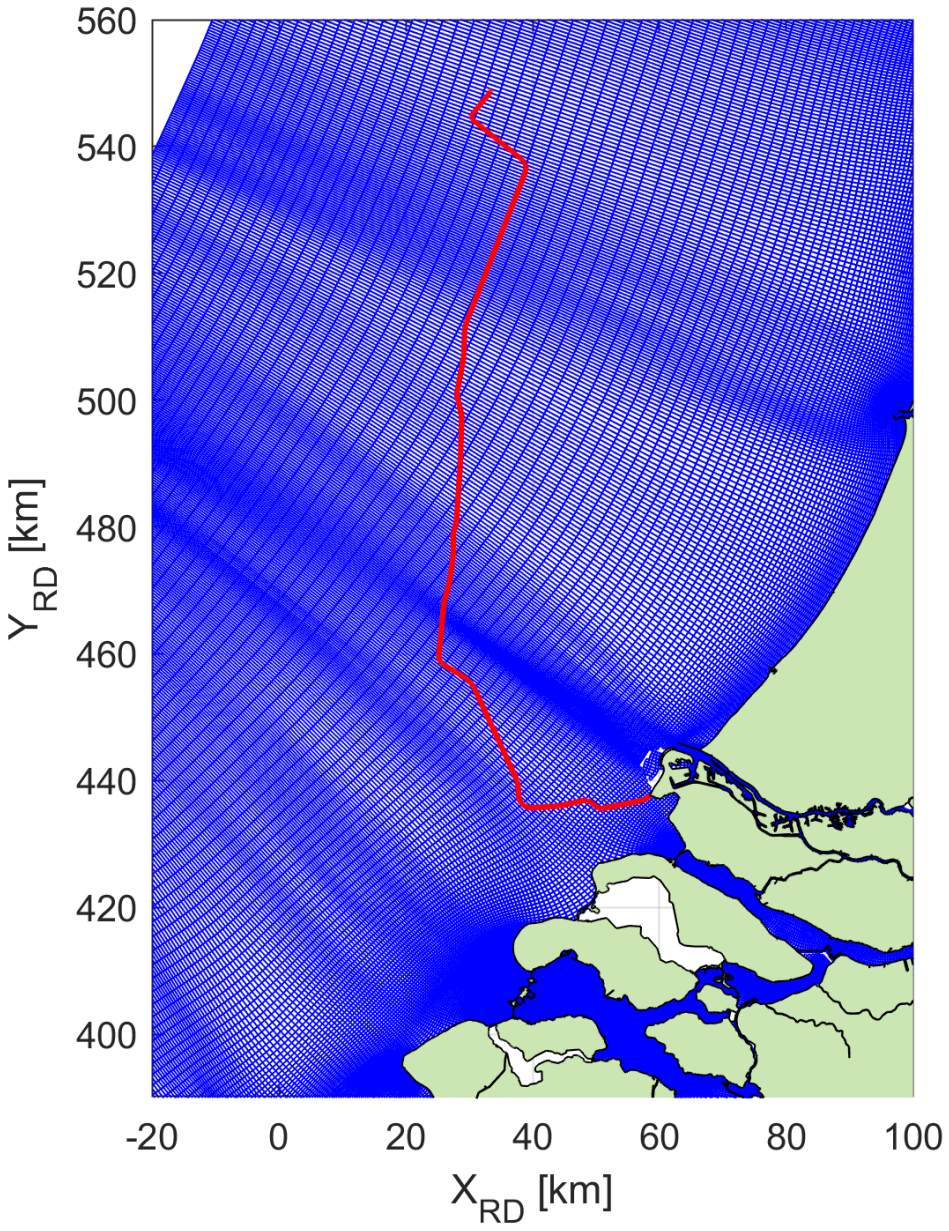


Figuur 8 Het rekenrooster van het ZUNO model.

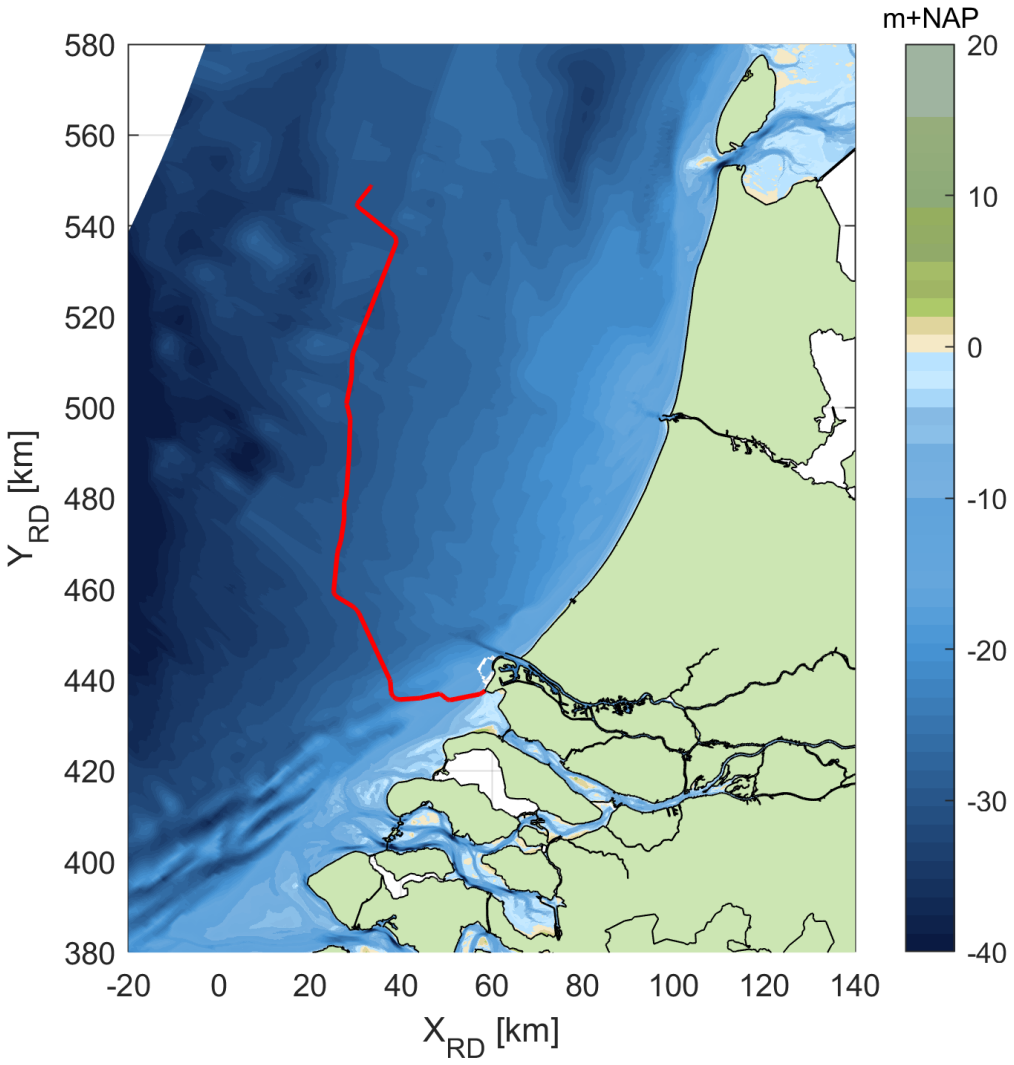
Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 746 x 425 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600 m richting offshore. De laagdiktes in de verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantané waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreidde materiaal.

Figuur 9 en Figuur 10 tonen respectievelijk het rekenrooster en de modelbathymetrie van het studiegebied.



Figuur 9 Het rekenrooster van het Detailmodel, ingezoomd op het interessegebied. In het rood is het VKA-tracé weergegeven.



Figuur 10 Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood is het VKA-tracé weergegeven.

1.3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het VKA-tracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het VKA-tracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd/gepre-sweeped dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het offshore platform (noordwest) over een periode van drie jaar, waarbij in de winter het werk wordt stilgelegd. Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd, gezien vanuit de productiesnelheid die de baggerschepen hebben. In deze studie wordt zowel gekeken wat de consequentie is van alleen IJver Beta te baggeren.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 1.2.1.1.

1.3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met één enkele (cohesieve) sediment fractie. Deze slib fractie is representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 63 µm. Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fractie zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25 µm. Bij het scenario die gebruikt wordt voor de beschouwing van de verhoging van de slibconcentratie, wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,2 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m2 is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m3). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$Droge\ dichtheid = 350 + 1250 * (zandfractie)^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van ca. 1350 kg/m3. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m3 aangehouden.

Tabel 7 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	[kg/m^3]
Droge dichtheid	500	[kg/m^3]
Valsnelheid	0,2 - 0,5*	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	[N/m^2]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	[N/m^2]
Erosie parameter	0,0001	[kg/m^2/s]

* Er zijn twee scenario's opgesteld voor het modelleren van specifieke effecten ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. (Sub)scenario's A en B. Hierbij is de voornaamste verschilparameter de valsnelheid van het fijne materiaal.

A. Vertroebelingsscenario

In dit scenario is een lage valsnelheid van het fijne sediment van 0,2 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

B. Sedimentatiescenario

Bij dit scenario is een hoge valsnelheid van het fijne sediment van 0,5 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de sedimentatiesnelheid en sedimentatiedikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

In totaal zijn er 2 scenario's doorgerekend, bestaande uit een A-variant voor de beschouwing van een conservatieve vertroebelingswaarde en een B-variant voor de beschouwing van een conservatieve sedimentatiewaarde.

1.4 Modelresultaten

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het VKA-tracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario A.

De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn per scenario per jaar weergegeven. Hierbij is gebruik gemaakt van scenario B.

1.4.1 Vertroebeling

1.4.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

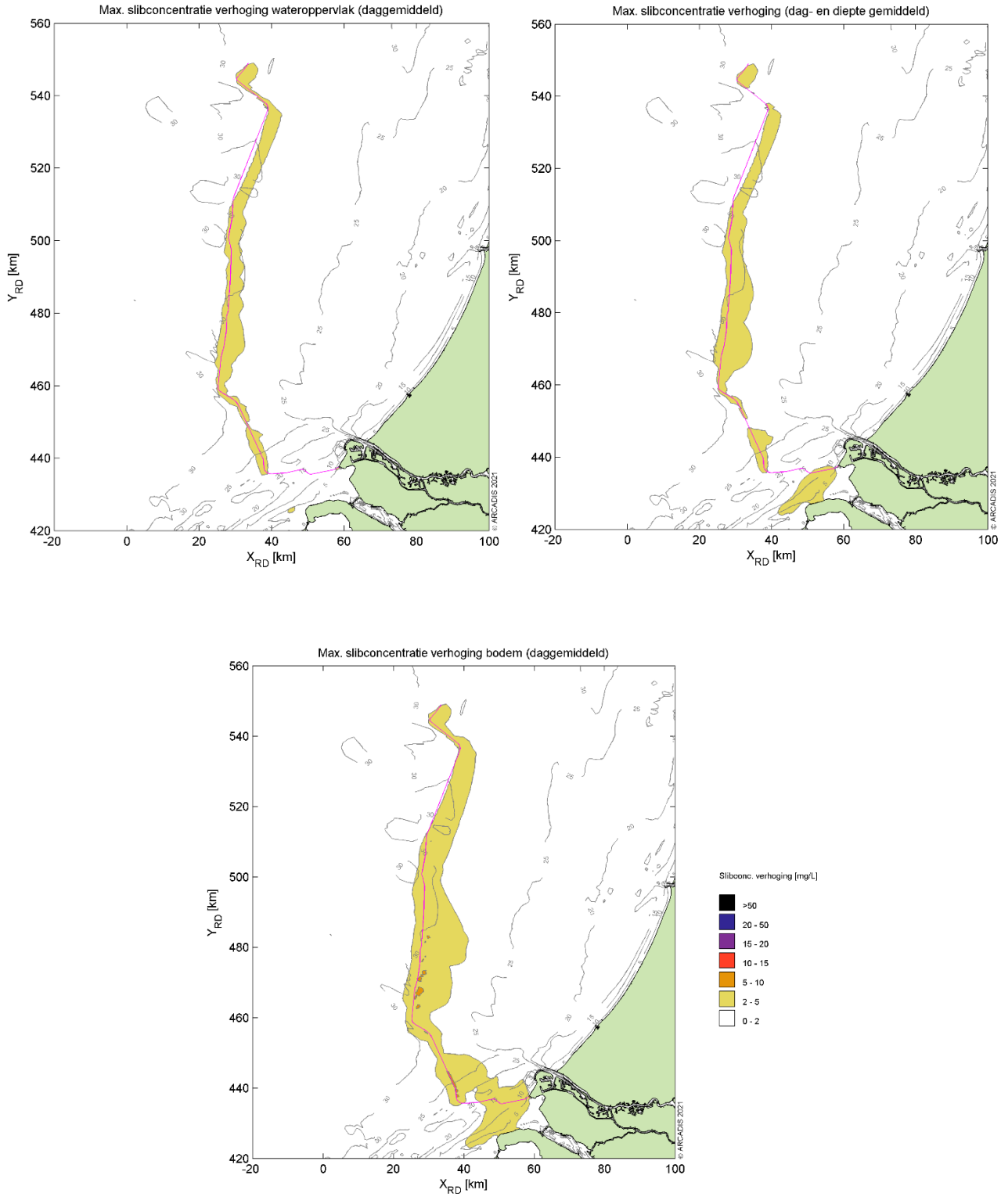
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

1.4.1.2 Baggerpluim

Figuur 11 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie voor scenario A. Van boven naar onder is de concentratieverhoging in mg/l getoond aan het wateroppervlak, diepte gemiddeld en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het VKA-tracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het VKA-tracé, en met name langs het deel waar de zandgolven worden afgevlakt. De concentratieverhoging loopt hierop tot 5-10 mg/l en zeer lokaal tot 10-15 mg/l, maar met name bij de bodem.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat over een groot gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit voornamelijk langs het VKA-tracé gebeurt en al snel afneemt, zodat bij de kust geen verhogingen boven de 2mg/l worden voorspeld. Als er gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot lokale verhogingen bij de bodem langs het VKA-tracé.



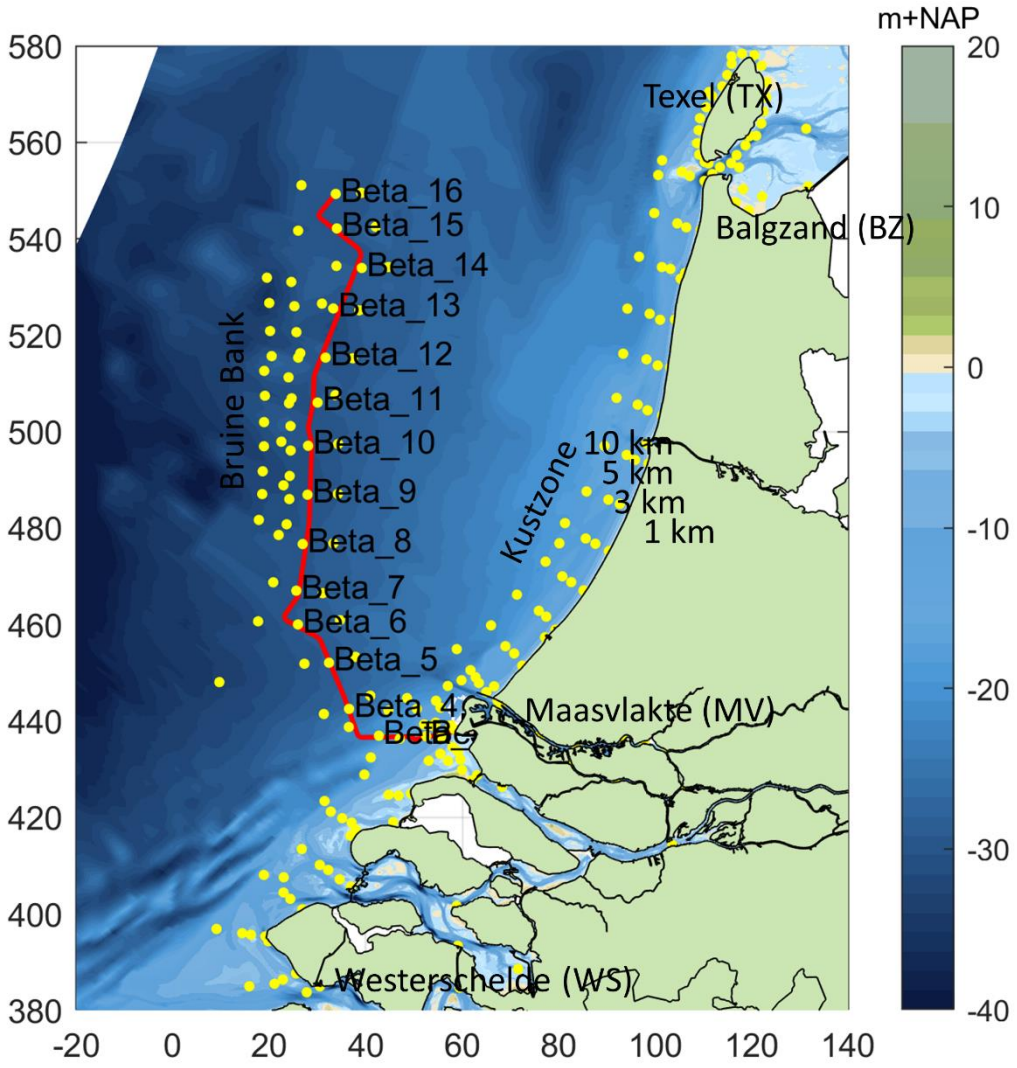
Figuur 11 Maximale omvang baggerpluim voor scenario A.

1.4.1.3 Tijdseries

Langs het VKA-tracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdseries uitgewerkt is (Figuur 12). Observatiepunten 1 tot en met 16 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het VKA-tracé. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten westen en ten oosten toegevoegd om de ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van alle observatiepunten. Verder zijn de volgende ecologisch interessante locaties

meegenomen, kustlangs op 1, 3, 5 en 10 km van de kustlijn, rondom Texel, in de natura 2000 gebieden de Voordelta en de Bruine Bank. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 15 maart. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.

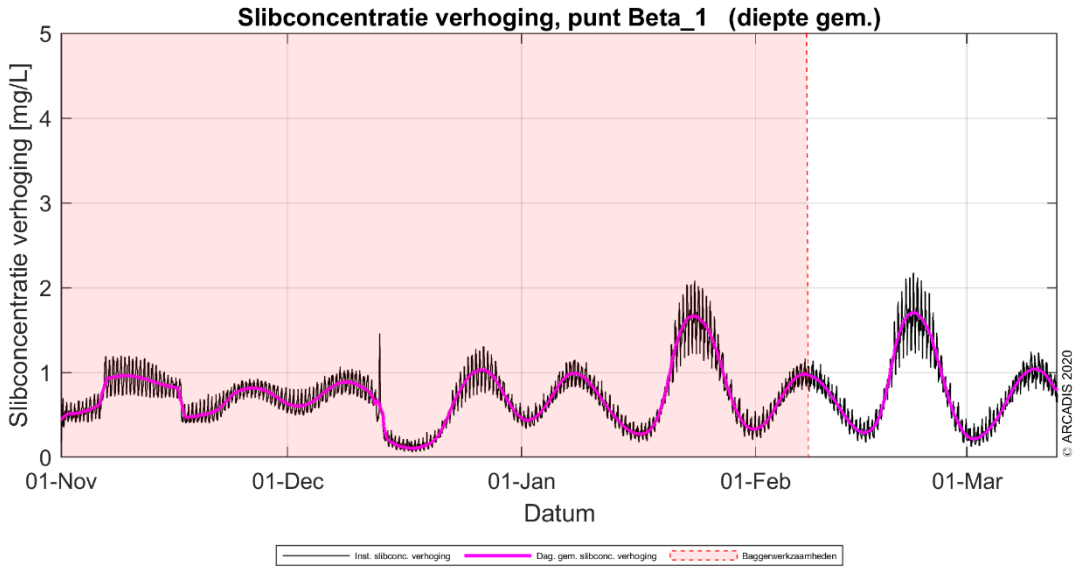


Figuur 12. Locaties van de observatiepunten in de modelstudie.

Omdat buiten het VKA-tracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het VKA-tracé beschouwd. In paragraaf 1.4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven. Scenario A is gebruikt om de resultaten te beschouwen omdat dit scenario de grootste concentratieverhoging ter hoogte van het VKA-tracé genereert (door de lagere valsnelheid van het sediment).

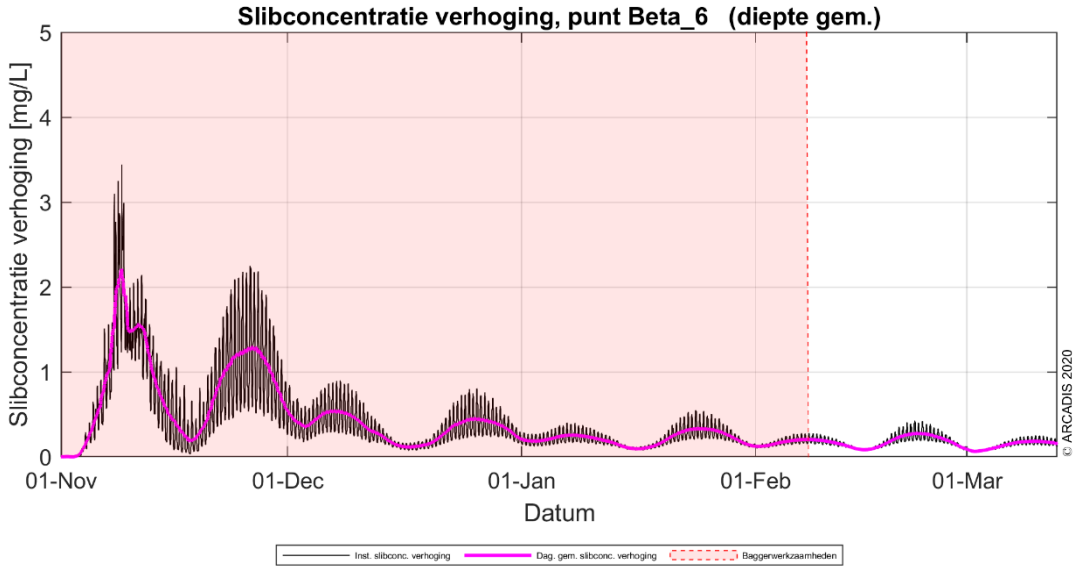
De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 1 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 13. Hierin is de zwarte grafiek de instantané concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende bijna de

gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (eerste 6 weken), maar neemt toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze omgeving. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging niet uit, het vrijgekomen slib zal zich niet ver verspreiden en de modelinstellingen voorkomen consolidatie van het slib op het moment dat het neerslaat. Immers in dit scenario is gekeken naar een conservatieve vertroebelingswaarde, naar het eind toe neemt de concentratie niet toe en blijft onder de grenswaarde van 2 mg/l.



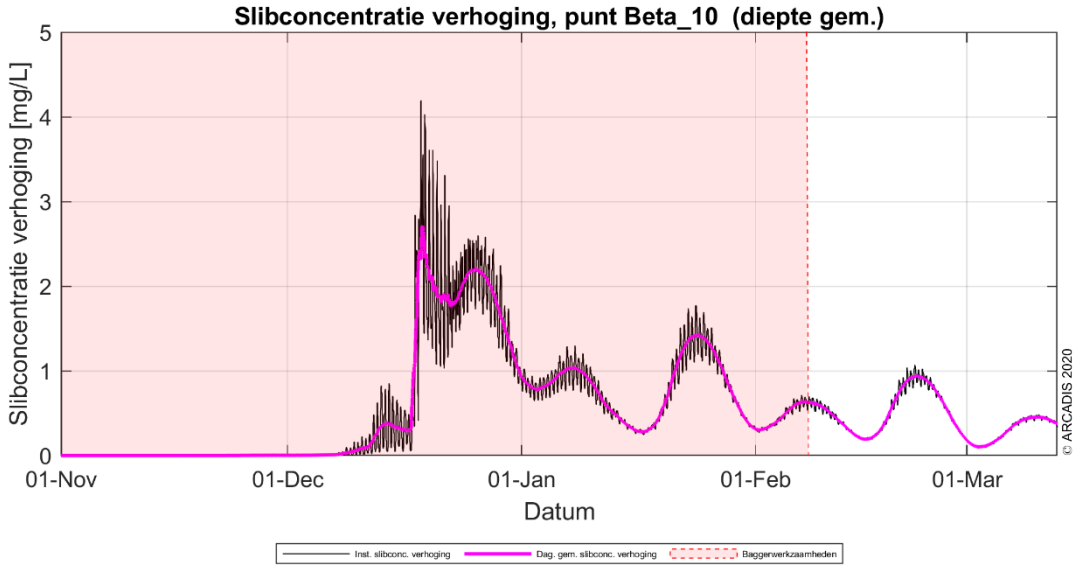
Figuur 13 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1, Scenario A.

Trenchen volstaat tot aan 20.9 km KP (kustprofiel), waardoor concentratie slib lager zijn. Rond observatiepunt 6 ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie sneller gebaggerd dan in de kustzone, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van minder dan 3 mg/l. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 14 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/l uitkomt.

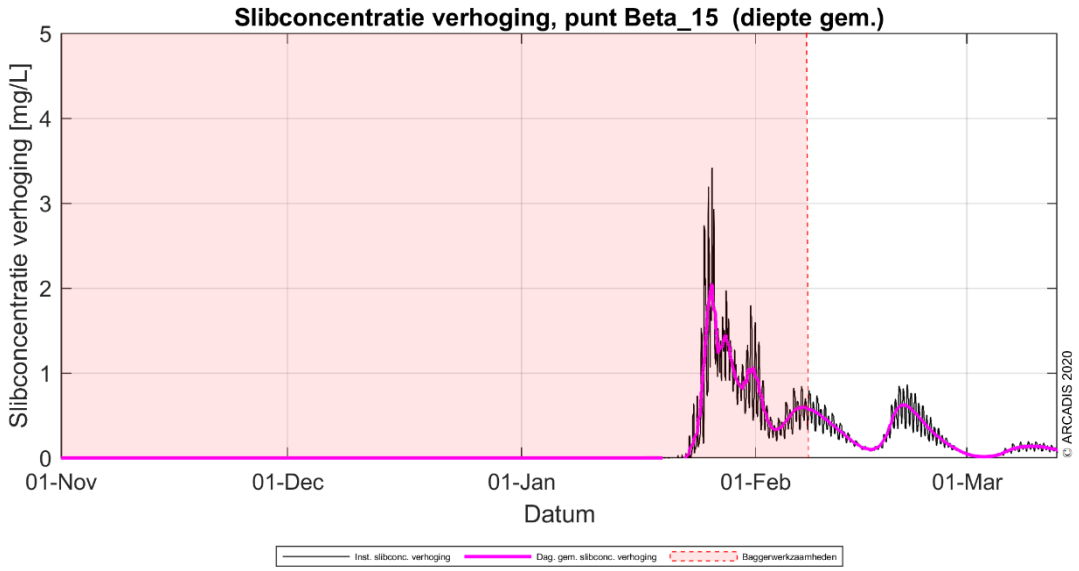


Figuur 14 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 6, Scenario A.

Observatiepunt 10 bevindt zich ter hoogte van de Bruine Bank en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 15. De werkzaamheden langs het VKA-tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd voor het gladstrijken van de zandgolven neemt de slib concentratie toe. Op het moment van baggeren neemt de concentratie toe tot boven de 2 mg/l. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, waarbij tijdens het gladstrijken van de zandgolven door middel van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie Figuur 16). Vervolgens binnen enkele weken ligt de concentratie alweer onder de 2 mg/l grens, aangezien de dominante richting van de pluim kustwaarts is.



Figuur 15 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 10, Scenario A



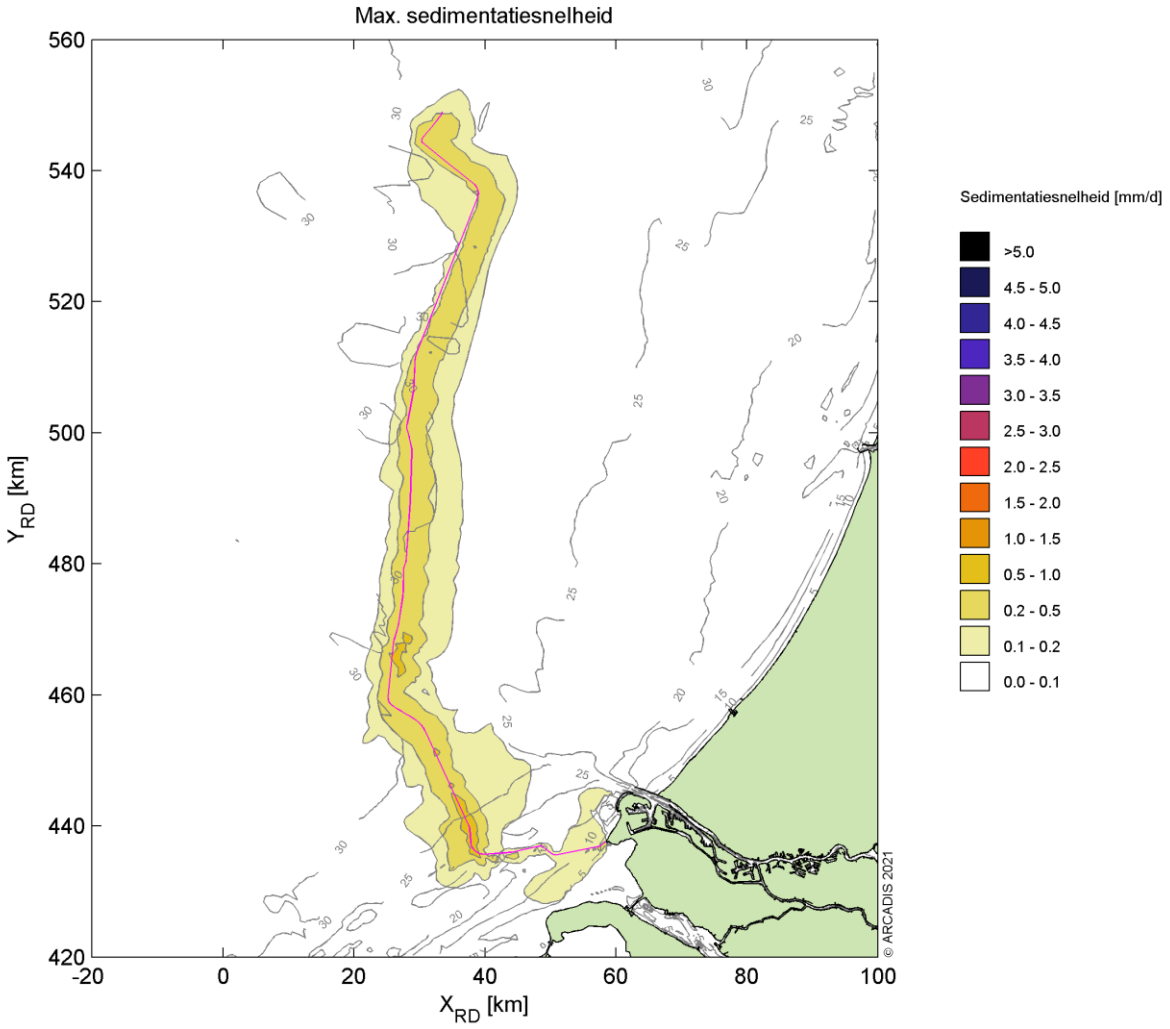
Figuur 16 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 15, Scenario A

De dieptegemiddelde concentratieverhoging neemt langs het VKA-tracé toe op het moment dat er gebaggerd wordt. De grenswaarde van 2 mg/l wordt op deze locaties (observatiepunten 4 tot en met 16) overschreden rond de baggerwerkzaamheden, waarbij zandgolven worden gladgestreken. Voor observatiepunten 2 en 3 is er maar een lichte stijging te zien door het trenchen van de kabel op deze locaties, terwijl verspreiding van concentraties uit de omgeving hier eenzelfde effect hebben en de waardes over een langere periode boven de grens van 2 mg/l blijven. Het proces van trenchen genereert geen significante verhoging van de concentratie.

1.4.2 Sedimentatie

1.4.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 17 is de maximale sedimentatiesnelheid van scenario B getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats langs het VKA-tracé, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid op zo'n 0.1-0.5 mm/dag. Langs het VKA-tracé ligt de sedimentatiesnelheid op max 1.0 mm/dag. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 1.4.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met het VKA-tracé waar het lokale baggervolume het grootst is, terwijl de sedimentatiesnelheid minder is voor de kustzone waar baggersnelheid het hoogst is. Een reden hiervoor kan zijn dat de stromingscondities langs de kust sterker zijn en daardoor het slib makkelijker verspreid. De sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1 mm/d.

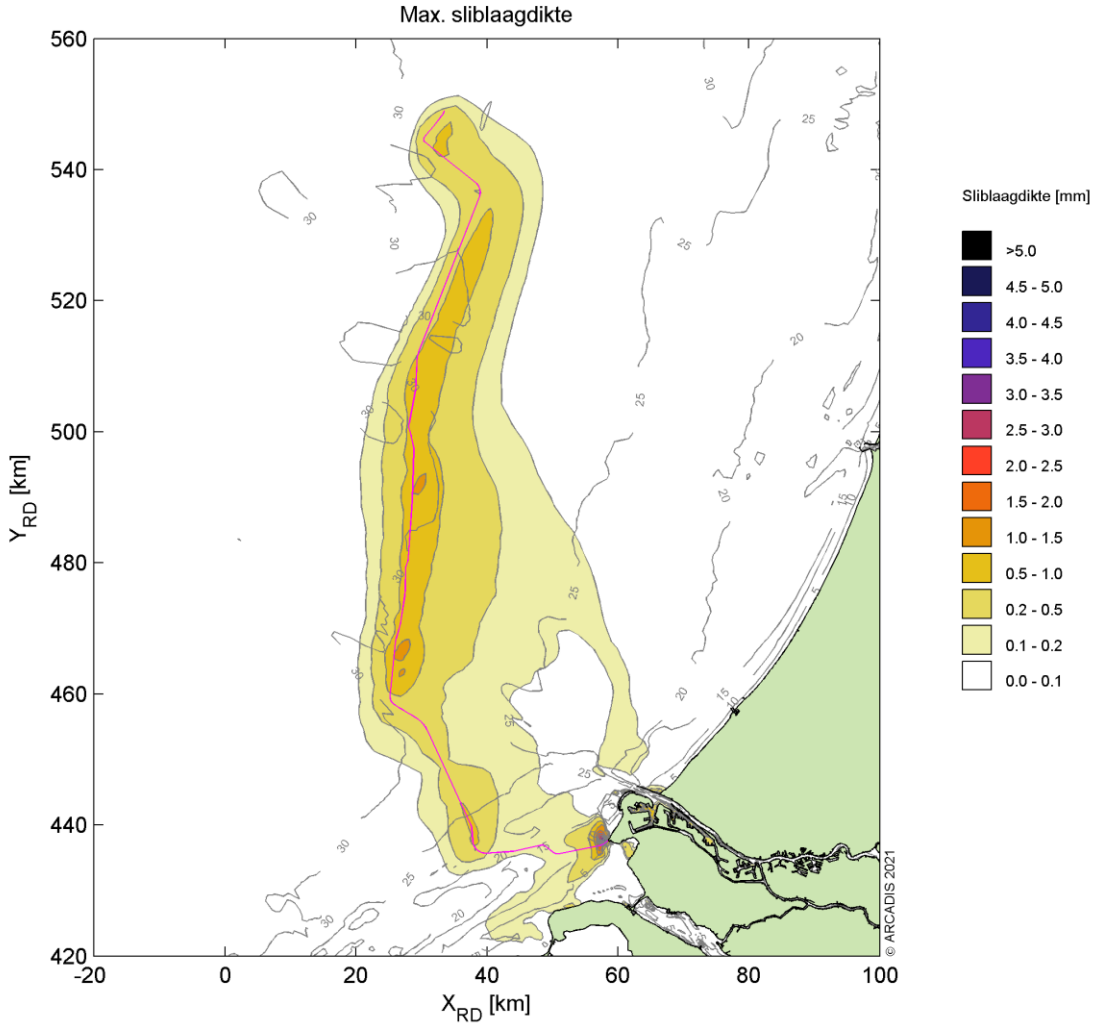


Figuur 17 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario B.

1.4.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 18 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in dat specifieke jaar per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze pieken weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte voor het voorgestelde scenario is langs het gehele VKA-tracé tot aan platform IJver Beta groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen kustwaarts en langs de kust zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het VKA-tracé neerslaan. De verspreiding is beperkt tot net voorbij Hoek van Holland, noordelijker langs de kust wordt de grenswaarde van 0,1 mm niet overschreden. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 0,5 mm alleen waargenomen wordt in de directe nabijheid van het VKA-tracé bij het baggeren rond de aanlanding van de Maasvlakte. Dit sluit aan bij de eerdere observaties bij de analyse van de concentratieverhoging en de sedimentatiesnelheid en is te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 18 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario B.

1.5 Conclusies

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van de kabel voor IJmuiden Ver Beta gesimuleerd. Twee effect scenario's zijn er getest, scenario A voor de slibverspreiding en scenario B voor sedimentatiesnelheid. De aanleg van de kabel kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 4 à 5 maanden wanneer er meerdere schepen worden ingezet. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 20 km) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform.

Bij scenario's A en B is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Bij scenario A is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij scenario B is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De resultaten van de combinaties van de scenario's zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

Over het algemeen worden de hoogste piekconcentraties waargenomen in de kustzone en langs het VKA-tracé. De concentratieverhoging loopt hierop tot 5-10 mg/l en zeer lokaal tot 10-15 mg/l. De hogere pieken komen voornamelijk voor langs het VKA-tracé, doordat hier met een hogere productie wordt gebaggerd ten opzichte van de kustzone. Na het vrijkomen van het slib in de waterkolom zal deze makkelijk verspreiden in de omgeving (diepte en stroming), waardoor de slib concentratie afneemt.

De afmeting van het 2 mg/l areaal is een uitgebreider dan enkel het VKA-tracé zelf en strekt zich uit in kustwaartserichting. Overal reikt de 2 mg/l areaal niet de kustzone. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim zeer beperkt tot langs het VKA-tracé zelf.

In het algemeen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen binnen een straal van ca. 10 km van het VKA-tracé. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de het VKA-tracé waar het lokale baggervolume het grootst is. Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat het VKA-tracé tot 30 km in kustwaartserichting. Echter, een laagdikte van meer dan 0,5 mm wordt alleen waargenomen in de directe nabijheid van de aanlanding van het VKA-tracé op de Maasvlakte. De laagdikte bij de aanlanding blijft beperkt tot 3,0 mm en is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier echter relatief beperkt.

2 SLIBMODELLEERSTUDIE 2X2 KABELCONFIGURATIE

2.1 Inleiding

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de vertroebelingstudie welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor de windparken IJmuiden Ver Beta (IJver Beta). Met name de werkzaamheden omtrent de aanleg van de zeekabels die de netaansluiting zullen vormen van het windenergiegebied op het hoogspanningsnetwerk op land van TenneT TSO B.V. (TenneT) is beschouwd in deze studie.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren van het VKA-tracé op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

2.1.1 Doelstelling

Ten behoeve van de MER-onderdeel Natuur op Zee inzake de aanleg van de kabelsystemen naar IJver Beta is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de ongebundelde 2x2 kabel wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden effect zullen hebben op beschermde organismen, vogels, vissen, zoogdieren en bodemdieren. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in het MER-hoofdstuk Natuur op zee gepresenteerd.

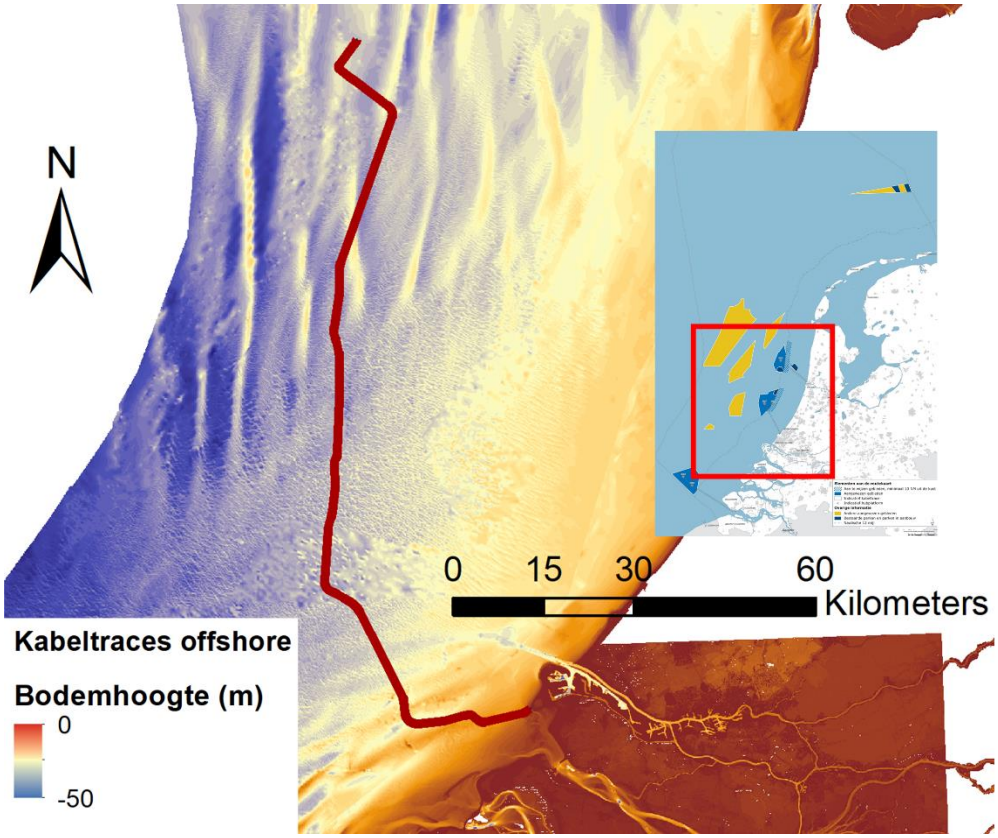
2.1.2 Locatiebeschrijving

Het beoogde windmolenpark in de Noordzee bevindt zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden, ten westen van Net op zee Hollandse Kust. De kabels die het energietransport van het windmolenpark naar het vasteland faciliteren, landen op de Maasvlakte II, de vertroebelingstudie zal gaan tot aan aanlanding zoals te zien is in Figuur 1.

In het bodemprofiel langs het voorkeursalternatief (VKA) van het VKA-tracé (IJver Beta) zijn vijf verschillende gebieden onderscheiden:

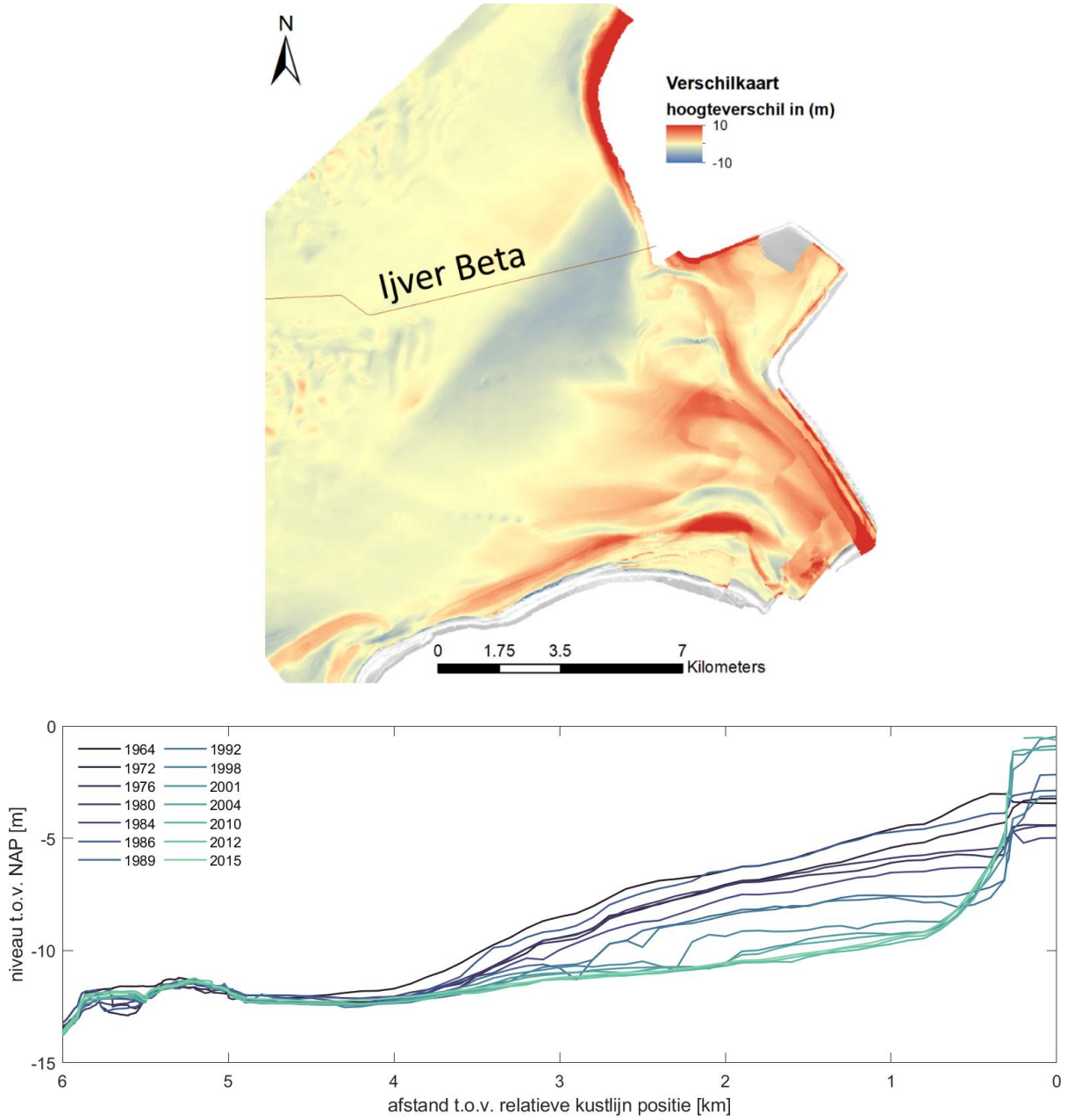
4. Kust: Aanlanding Maasvlakte II
5. Kust: Actieve zone; Voordelta
6. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, VKA-tracé richting NW: met zandgolven
7. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, VKA-tracé richting N: met zandgolven
8. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, VKA-tracé richting NO: met zandgolven

Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 3 t/m 5, waarbij een groot deel bestaat uit zandgolven. Deze zandgolven liggen parallel aan de kabel of loodrecht er tegenop, waardoor baggervolumes per gebied variëren.



Figuur 19 Locatiebeschrijving windmolenparken en VKA-tracé IJver Beta.

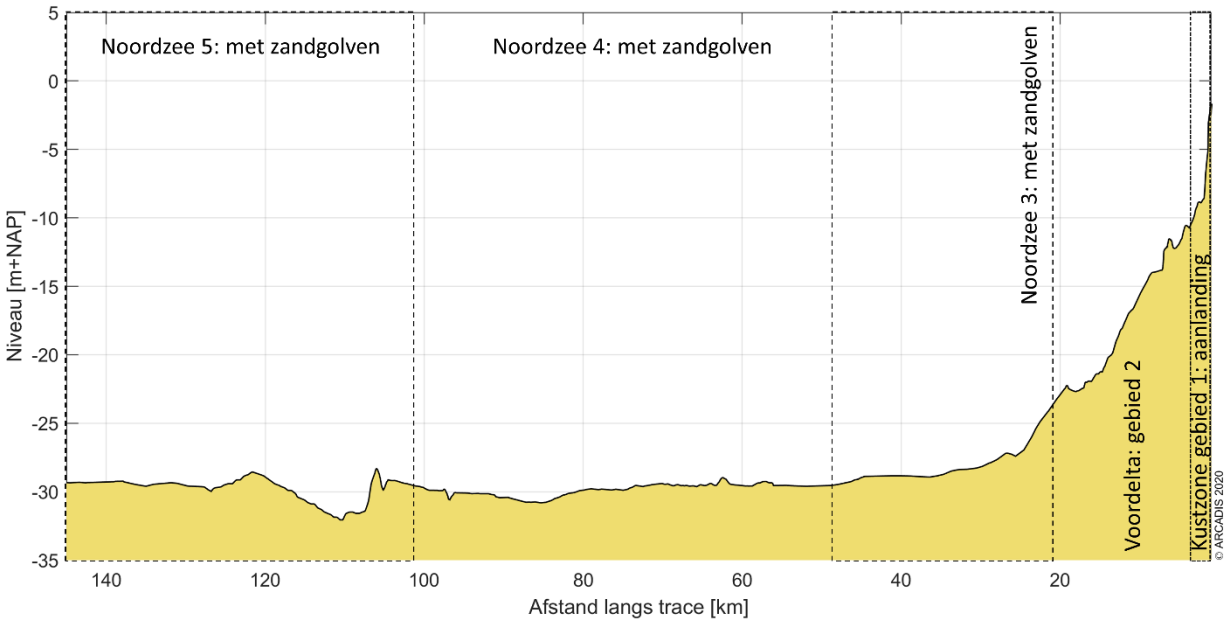
De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstroming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel. Door de monding van de Haringvliet heeft zich in het verleden op de zeebodem een delta (de Voordelta) gevormd, waarbij geulen-banken patroon is ontstaan. Deze morfologie zorgt tevens voor een andere dynamiek dan verder offshore op de zeebodem, waar zandgolven en tidal-ridges bevinden. De geulen in de Voordelta verplaatsing zich deels na sluiten van de Haringvliet, waardoor erosie en ook sedimentatie plaats vindt. Ter hoogte van het VKA-tracé IJver Beta heeft er sinds de afsluiting erosie plaatsgevonden (Figuur 2).



Figuur 20 Veranderingen van de kustzone ter hoogte van VKA-tracé sinds de afsluiting van het Haringvliet (boven: overzicht van bovenaf, verschil in hoogte tussen 2015 en 1964. Onder: dwarsprofiel van de bodemligging).

De aanlanding van de kabel (gebied 1) zal worden uitgevoerd door deze af te sluiten van het open water door middel van damwanden. Voor deze studie is aangenomen dat de effecten (vertroebeling, sedimentatie) van de werkzaamheden binnen dit gebied verwaarloosbaar zijn voor de situatie buiten het afgesloten gebied. Deze werkzaamheden zijn daarom niet beschouwd in de analyse in deze studie.

Het volledige langsprofiel is weergegeven in Figuur 3. In de offshore gebieden worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen over het gehele VKA-tracé vanaf KP 20 tot aan het platform. Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 21 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met zandgolven, afhankelijk van richting van de zandgolven ten opzichte van het VKA-tracé.

2.1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de scenario's voor de aanleg van de kabels;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In een eerdere fase (MER Deel A) is het af te graven VKA-tracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding. Deze aspecten zijn vervolgens meegenomen in de modelscenario's.

In deze studie is gewerkt met meerdere scenario's. De fasering van het ingraven van de kabels is een onderdeel van de 'aanlegscenario's', hiervoor is 1 scenario doorgerekend en de eigenschappen van het sediment is onderdeel van de 'effectscenario's'. Combinaties van deze scenario's zijn verwerkt in een model. De verschillende scenario's zijn in verder toegelicht in hoofdstuk 1.2 en 1.3.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht, ofwel sediment concentratie, en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.

2.1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 1.2 is ingegaan op de realisatie van het VKA-tracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 1.2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden.

Een beschrijving van het effectscenario die gebruikt is in deze studie, is gepresenteerd in Hoofdstuk 1.3, waar tevens de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden is

beschreven. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 1.4. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 1.5.

2.2 Realisatie VKA-tracé

In dit hoofdstuk worden de baggermethodiek en de baggervolumes beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is voor beide aspecten een realistische worst-case benadering toegepast. Hierbij is gebruik gemaakt van de informatie die gegeven is vanuit Tennet in de 'Typical Installation Methods' (TIM).

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het VKA-tracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes van een ongebundelde 2x2 kabel en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

2.2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het VKA-tracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere zones wordt geïntroduceerd.

2.2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment (< 63 µm). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze het beun leegt middels bodemdeuren (kleppen).

De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-sweeping (wegbaggeren van de kruinen van zandgolven), waarna via trenchen de kabel in het zeebed wordt begraven. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

Pre-sweeping

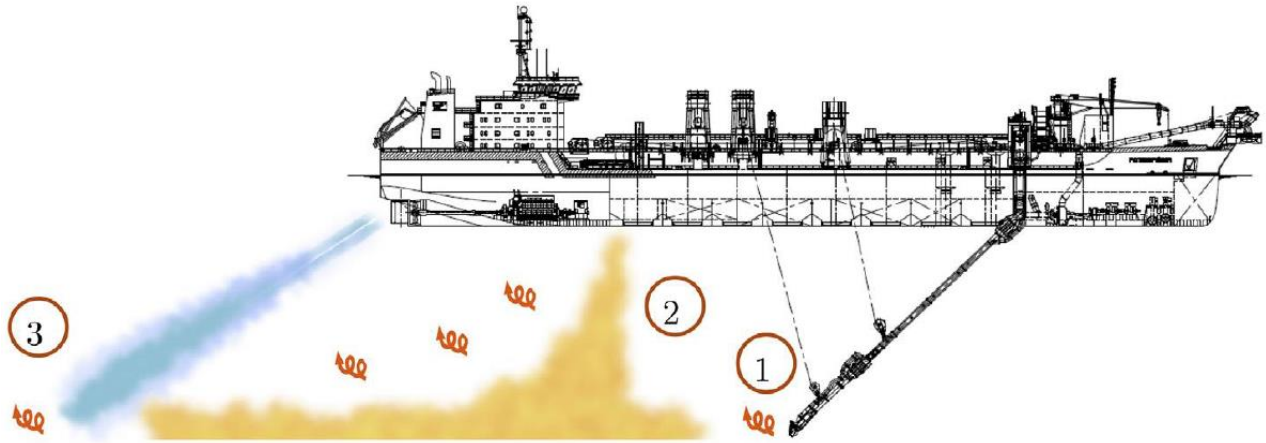
Pre-sweeping is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Om de kabels op de beoogde diepte te kunnen installeren onder de mobiele zandgolven, zullen de kruinen van de zandgolven op de route moeten worden weggebaggerd, voorafgaande aan het installeren van de kabels. Dit wordt gedaan om geen onderhoud te hoeven plegen gedurende de levensduur van de kabels. Het pre-sweepen van de zendgolven zal gebeuren over een groot deel van het VKA-tracé. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 125 km van het VKA-tracé zandgolven bevinden (gebieden 4 t/m 7), waarbij de hoeveelheid afhankelijk is van de ligging van de kabel ten opzichte van de zandgolven. De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

Baggeren

Daar waar het water te ondiep is voor het installeren van kabels, zal een toegang moeten worden gebaggerd voor de installatie schepen. Daarvoor zullen op zee en in binnenwateren sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD) ingezet worden. Sleephopperzuigers verweken de grond met waterjets en zuigen het grond-watermengsel op via hun sleepkoppen. De grond komt in de bopper (het beun, laadruim) van het schip terecht terwijl het opgezogen water overboord stroomt. Bij de aanlanding van de kabel op het land, bij de aanlandingen in het Veersemeer en op plekken die voor een sleephopperzuiger lastig of niet bereikbaar zijn, kunnen snijkopzuigers (cutter-suction-dredger, CSD) of graafmachines op pontons (backhoe-dredgers) in worden gezet. Daarbij wordt de opgebaggerde grond ofwel in beunschepen gelost, die het dan naar een stortlocatie, of de grond wordt door leidingen weggepompt naar een stortlocatie. Het totale baggervolume wordt beschouwd in paragraaf 1.2.2.

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleephopperzuiger. Figuur 4 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

9. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
10. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
11. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 22 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

4. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggeraars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

5. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terechtkomen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

6. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwervelen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote

stroomsnelheden achter de schroef zich veel dichter bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een “green-valve” wordt toegepast, een systeem om luchtbellen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het VKA-tracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 1.3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 8: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
Opwoeling door sleepkop	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
Overstort/overvloei-installatie	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
Opwoeling door scheepsschroef e.d.	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
Verspreiding d.m.v. kleppen	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij doormiddel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefuïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed kan worden ingebracht. Dit gebeurt door middel van jet-zwaarden die met waterstralen de bodem verweken en zo een relatief smalle sleuf met vloeibare grond creëren. Jet-trenchers kunnen de bodem tot op een diepte van 10-12 meter onder het zeebed verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte. Door het verweken van de zeebodem zullen nabij het zeebed gronddeeltjes worden opgewoeld. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Deze activiteit is niet te vergelijken met baggeren betreffende de vertroebeling. Vertroebeling door trenchen is in de orde van grootte vergelijkbaar met het slepen van visnetten over de bodem.

2.2.1.2 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher, één CSD en meerdere sleephopperzuigers voor precisie baggeren en pre-sweepen van de zandgolven.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van één snijkopzuiger met een conservatieve productie van 25.000 m^3 per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat vier sleephopperzuigers met een productiviteit van 12.000 m^3 per dag, ofwel 84.0000 m^3/week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-sweeping).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen en aan de andere kant tijd, zodat het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

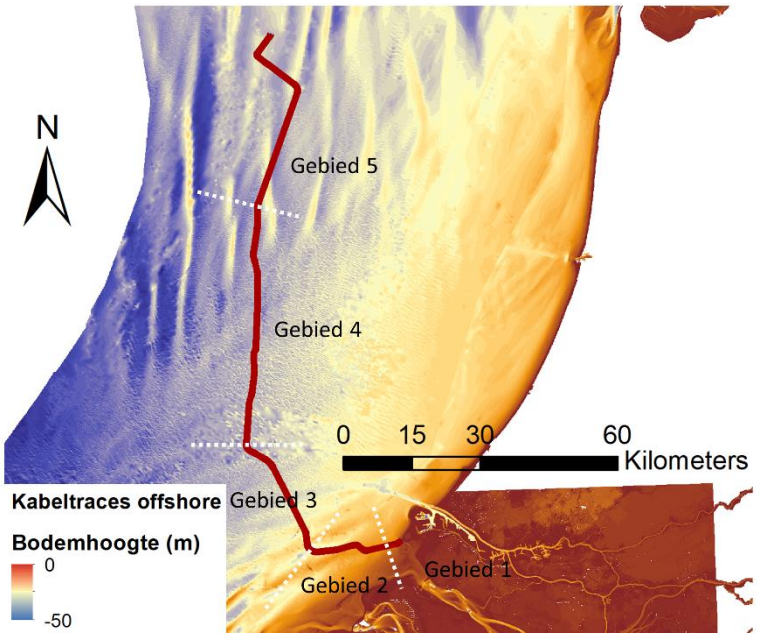
De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door aan te nemen dat alle schepen tegelijk bezig zijn in een bepaald deel. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

2.2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het VKA-tracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar beide windparken), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone en offshore op de Noordzee. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 4.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 5 à 6 maanden, inclusief uitdemptijd. Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologische gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer. Verder kan het zijn dat de uitvoering van de aanleg over een langere periode duurt dan de hierboven aangegeven 5 á 6 maanden. In dat geval is de concentratie dat vrijkomt over een langere periode verdeeld en valt dan niet als worst-case. Mocht bij de aanleg van de kabels nog extra baggeren (pre-sweep) nodig zijn door herstel van de bodemvormen in de tussenliggende periode tussen baggeren en trenchen (inleggen) van de kabel, dan zal bij het 2^e keer baggeren de ratio slib nihil zijn aangezien de bodemvormen dan met name door zand zijn gevormd. Eventuele effecten op de vertroebeling zijn dan kleiner dan hier bestudeerd als worst-case.

2.2.2 Baggervolumes

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuur 1 en Figuur 3 voor de ruimtelijke weergave).



Figuur 23 Gebiedsindeling voor de locaties met zandgolven, waarbij oriëntatie tov VKA-tracé verandert.

Tabel 9 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	0: Geen slib	1	2	3	4	5
Grens	Strand (duin tot muien)	Aanlanding Maasvlakte:	Voordelta	Area 2 met zandgolven	Area 3 met zandgolven	Area 4 met zandgolven
Begraafdiepte	nvt	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering: 8 m diep	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer
Techniek(en)	nvt	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m
Volume per strekkende meter	nvt	300 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	Trenchen 2 m^3/m (aanname)	37 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	56 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	35 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)
Afgerond	0 m^3/m	302 m^3/m	2 m^3/m	39 m^3/m	58 m^3/m	37 m^3/m

Wanneer de volumes per strekkende meter vermenigvuldigd worden met de lengte van het VKA-tracé, worden de totaalvolumes voor het baggeren gevonden. De lengtes van de tracédelen (MER Deel B, Water, Bodem, Zee) zijn gepresenteerd in Tabel 3. In de volumebepaling is aangenomen dat het zandvolume dat wordt weggehaald door trenchen meegenomen wordt in het totaalvolume. In Tabel 4 worden de volumes getoond die gebaggerd worden in een realistische worst-case. Binnen gebied 3 wordt er bij de Eurogeul overigens 40.000 m^3 gebaggerd om genoeg diepte te krijgen voor de scheepvaart, dit volume is meegenomen over de gehele breedte van de Eurogeul (is niet los in de tabel meegenomen). Voor windmolenpark IJmuiden Ver Beta wordt één VKA-tracé gerealiseerd. Het effect van IJmuiden Ver Alpha is los beschouwd.

Pre-ploughing wordt toegepast langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn. Zoals gepresenteerd in de locatiebeschrijving vallen de zandgolven over het gehele VKA-tracé voor de Noordzee zone met een lengte van 125,1 km.

Het totale baggervolume voor IJver Beta bedraagt 6.132.400 m^3 inclusief trenchen, en is 5.840.000 m^3 exclusief trenchen.

Tabel 10 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.

	Totale lengte tracé [m]	Gebied 0 [m]	Gebied 1 [m]	Gebied 2 [m]	Gebied 3 [m]	Gebied 4 [m]	Gebied 5 [m]
IJver Beta	146.200	400	1000	19.700	29.800	51.100	44.200

Tabel 11 Volumes te baggeren sediment voor het de VKA-tracés in m^3.

Gebied	0	1	2	3	4	5
IJver Beta [m^3]	0	302.000	39.400	1.210.000	2.969.200	1.611.000

Hoewel geen meetgegevens beschikbaar zijn, is bij deze slibverspreidingsstudie aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 5% of 10% is van het totaalvolume. Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN, HKWA en HKWB is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie, 2018; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie, 2020). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk is of dit een gewichtspercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtspercentage van 2,5 tot 3,5 % (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7 %. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 5 % is gekozen voor de Voordelta bij de Maasvlakte en sluit aan bij de bevindingen uit de grondanalyse voor BritNed, waar IJver Beta naast komt te liggen. De 10 % is gekozen voor het deel op de Noordzee en sluit aan bij de recente grondanalyse voor HKN en HKWA, waar naar voren kwam dat in de eerste 1-2 m vooral zand aanwezig was met minder dan 5 % aan slib, maar op iets diepere delen werd zelfs hogere percentages aangetroffen. Aangezien het grootste deel dat gebaggerd wordt uit de bovenste laag bestaat is 10 % een redelijke inschatting. Daarmee is deze aanname realistisch en niet overdreven conservatief.

Zoals in Tabel 5 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 596.040 m^3.

Tabel 12 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m^3.

Gebied	0	1	2	3	4	5	Totaal
Volumepercentage slib	N.v.t.	5%	5%	10%	10%	10%	
IJver Beta [m^3]	0	15.050	1.970	121.000	296.920	161.100	596.040

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 4 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleephopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 1 van IJver Beta met een enkele kleine sleephopperzuiger zal circa 12 weken nodig zijn (302.000 m^3 / 25.000 m^3/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 6 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 6. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en pre-sweepen en trenchen. Echter is gebied 2 niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. Verder is er rekening gehouden dat voor gebied 3 tot en met 5 niet gewacht hoeft te worden op de

baggerwerkzaamheden in gebied 1. De doorlooptijd voor het scenario is op basis hiervan beschouwd in Hoofdstuk 1.3.

Tabel 13 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	0	1	2	3	4	5	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	CSD/ backhoe	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger	Grote sleephopperzuiger	Grote sleephopperzuiger	
Productiviteit baggerschip [m^3/week]	n.v.t.	25.000	n.v.t.	84.000	84.000	84.000	
Aantal schepen	n.v.t.	1	n.v.t.	4	4	4	
IJver Beta [weken]	0	12	< 0.5	4	9	5	18

2.3 Delft3d model opzet

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark IJmuiden Ver op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 40 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

2.3.1 Randvoorwaarden

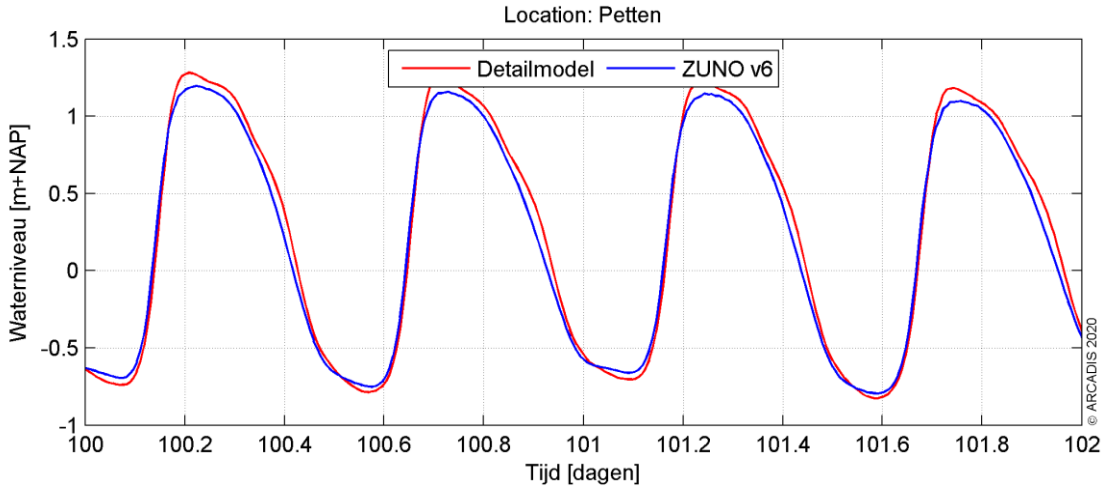
Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden en zuiden, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. Terwijl de westelijke rand parallel aan de kust bestaat uit een waterstandsrand. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

De Riemann-randen zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

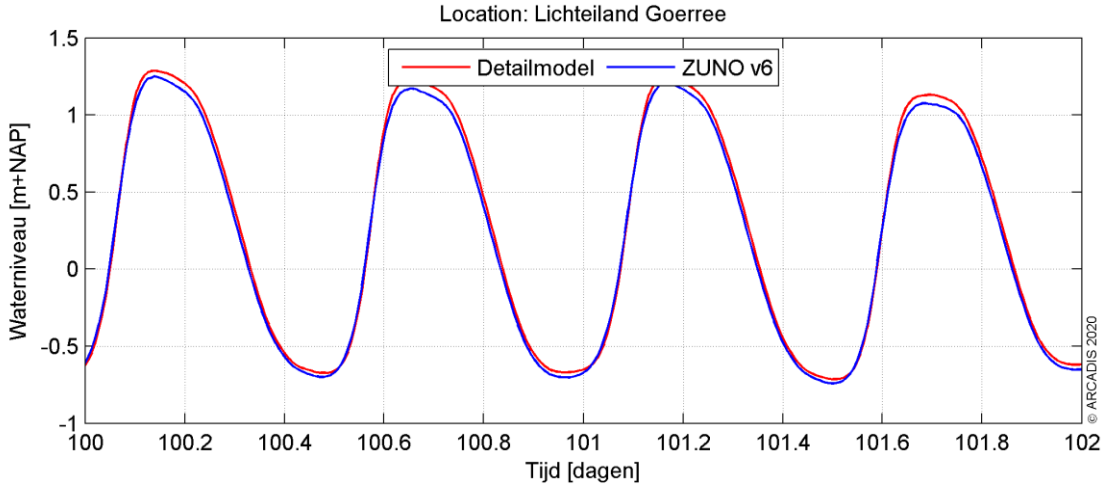
Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann-randvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

In Figuur 6 en Figuur 7 zijn de waterstandssignalen getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en Lichteiland Goerree, midden in het studiegebied. De blauwe grafiek is het

waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de vloedwaterstanden komen zeer goed overeen. De vloedwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat in het Detailmodel de bodemhoogte afwijkt ten opzichte van het ZUNO-model, doordat er sprake is van een hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



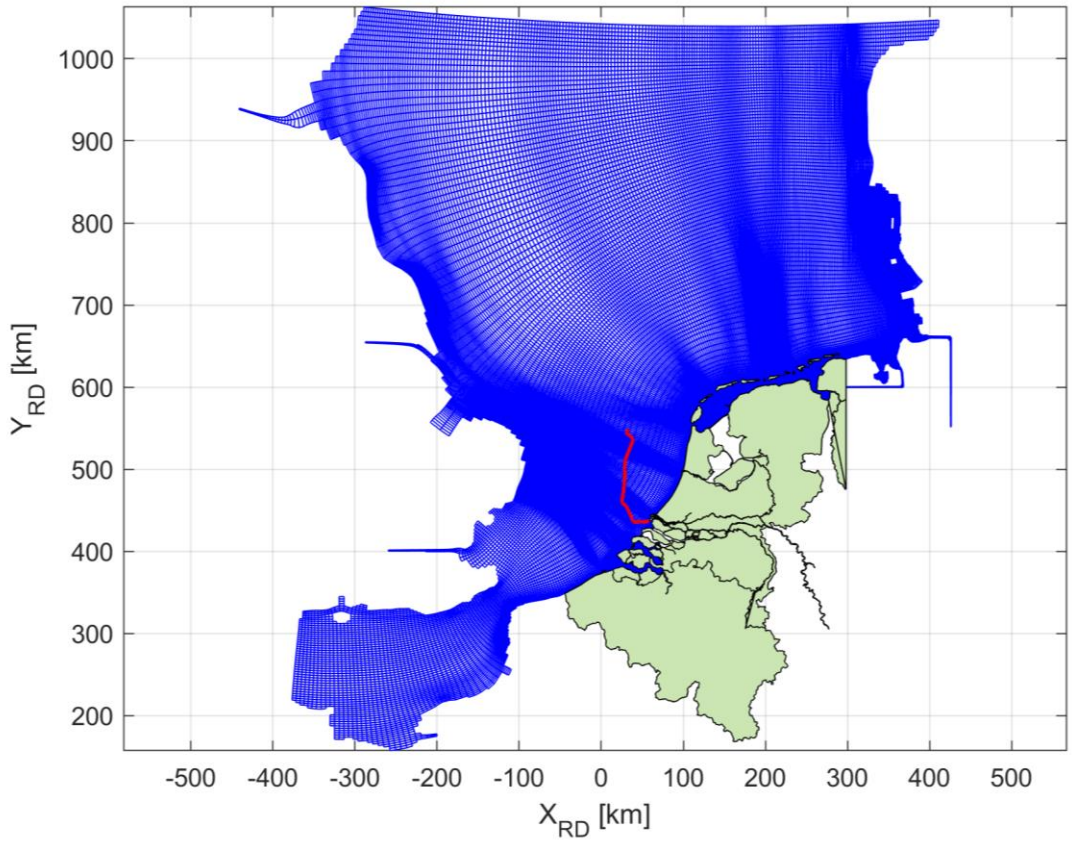
Figuur 24 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.



Figuur 25 Waterstandssignaal bij meetpunt Lichteiland Goerree.

2.3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied. Het rooster is gepresenteerd in Figuur 8.

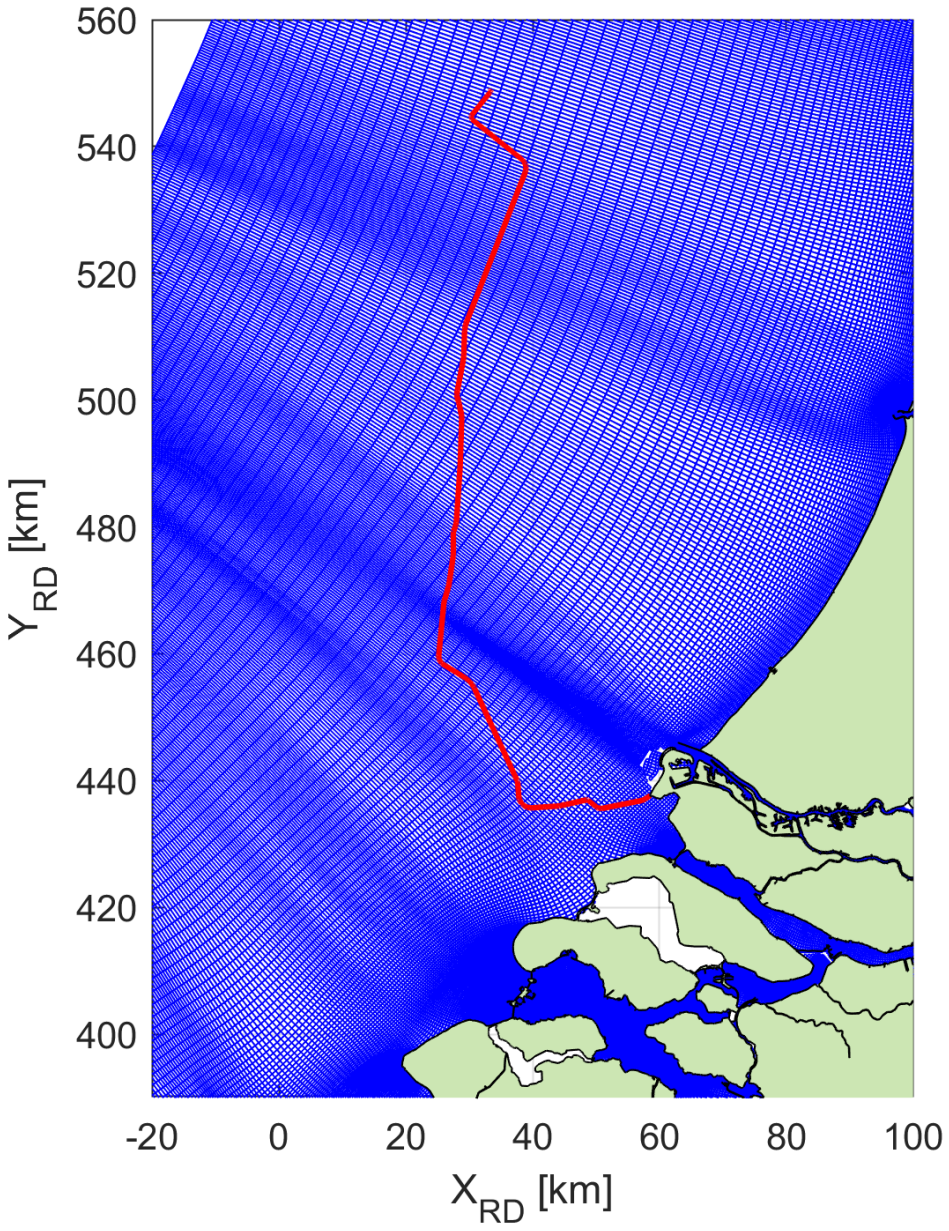


Figuur 26 Het rekenrooster van het ZUNO model.

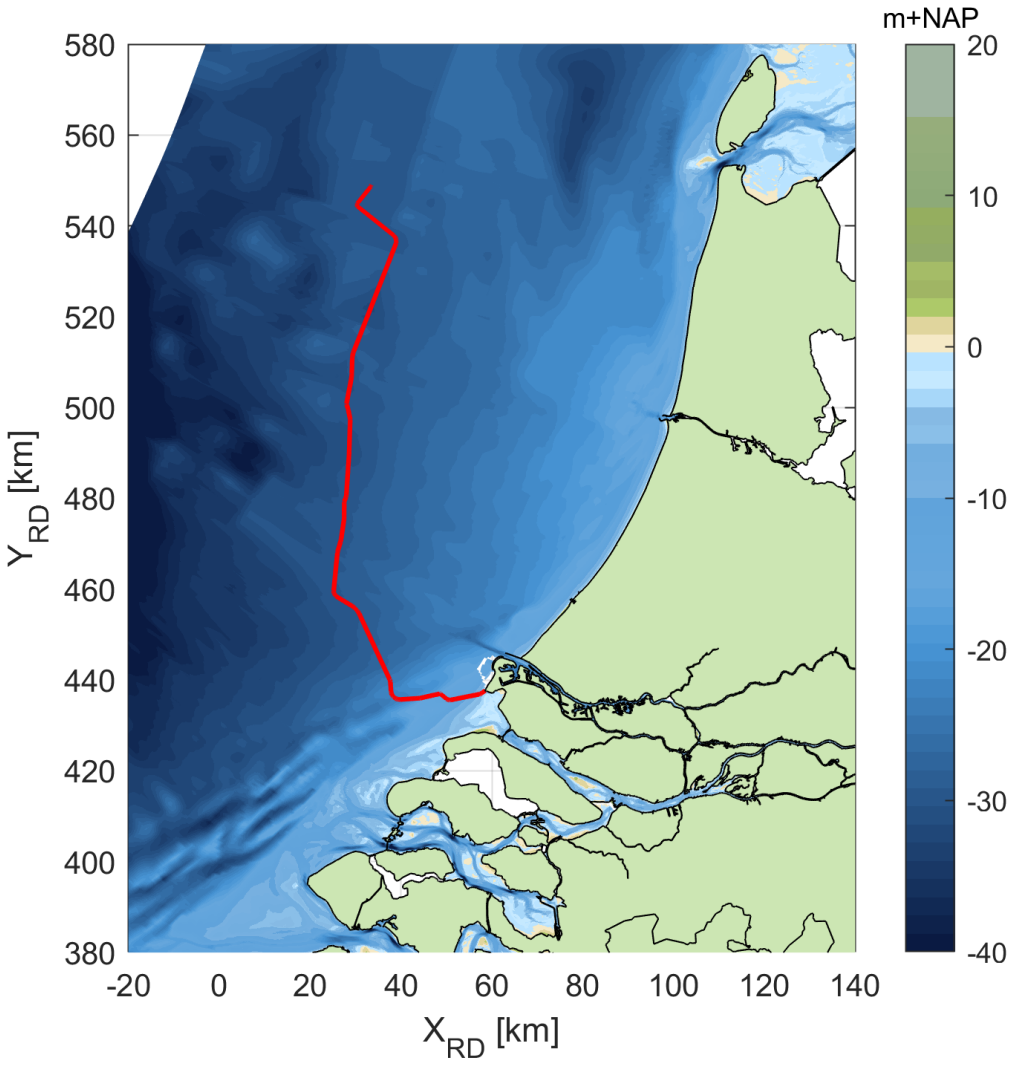
Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 746 x 425 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600 m richting offshore. De laagdiktes in de verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantané waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreidde materiaal.

Figuur 9 en Figuur 10 tonen respectievelijk het rekenrooster en de modelbathymetrie van het studiegebied.



Figuur 27 Het rekenrooster van het Detailmodel, ingezoomd op het interessegebied. In het rood is het VKA-tracé weergegeven.



Figuur 28 Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood is het VKA-tracé weergegeven.

2.3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het VKA-tracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het VKA-tracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd/gepre-sweeped dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het offshore platform (noordwest) over een periode van drie jaar, waarbij in de winter het werk wordt stilgelegd. Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd, gezien vanuit de productiesnelheid die de baggerschepen hebben. In deze studie wordt zowel gekeken wat de consequentie is van alleen IJver Beta te baggeren.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 1.2.1.1.

2.3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met één enkele (cohesieve) sediment fractie. Deze slib fractie is representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 63 µm. Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fractie zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25 µm. Bij het scenario dat gebruikt wordt voor de beschouwing van de verhoging van de slibconcentratie, wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,2 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m2 is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m3). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$Droge\ dichtheid = 350 + 1250 * (zandfractie)^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van ca. 1350 kg/m3. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m3 aangehouden.

Tabel 14 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	[kg/m^3]
Droge dichtheid	500	[kg/m^3]
Valsnelheid	0,2 - 0,5*	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	[N/m^2]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	[N/m^2]
Erosie parameter	0,0001	[kg/m^2/s]

* Er zijn twee scenario's opgesteld voor het modelleren van specifieke effecten ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. (Sub)scenario's A en B. Hierbij is de voornaamste verschilparameter de valsnelheid van het fijne materiaal.

A. Vertroebelingsscenario

In dit scenario is een lage valsnelheid van het fijne sediment van 0,2 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

B. Sedimentatiescenario

Bij dit scenario is een hoge valsnelheid van het fijne sediment van 0,5 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de sedimentatiesnelheid en sedimentatiedikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

In totaal zijn er 2 scenario's doorgerekend, bestaande uit een A-variant voor de beschouwing van een conservatieve vertroebelingswaarde en een B-variant voor de beschouwing van een conservatieve sedimentatiewaarde.

2.4 Modelresultaten

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het VKA-tracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario A.

De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn per scenario per jaar weergegeven. Hierbij is gebruik gemaakt van scenario B.

2.4.1 Vertroebeling

2.4.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

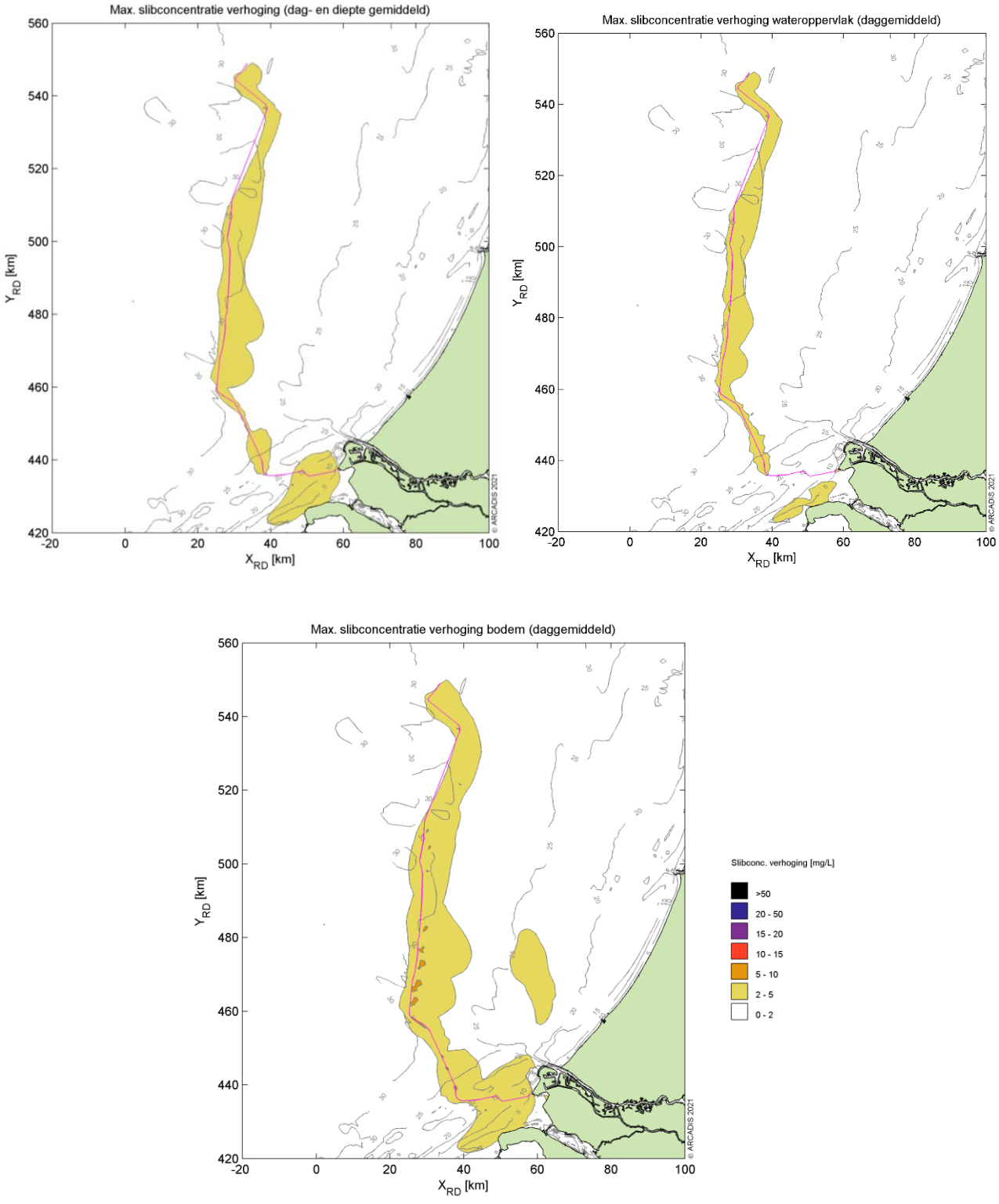
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

2.4.1.2 Baggerpluim

Figuur 11 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie voor scenario A. Van boven naar onder is de concentratieverhoging in mg/l getoond aan het wateroppervlak, diepte gemiddeld en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het VKA-tracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het VKA-tracé, en met name langs het deel waar de zandgolven worden afgevlakt. De concentratieverhoging loopt hierop tot 5-10 mg/l en zeer lokaal tot 10-15 mg/l, maar met name bij de bodem.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat over een groot gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit voornamelijk langs het VKA-tracé gebeurt en al snel afneemt, zodat bij de kust geen verhogingen boven de 2mg/l worden voorspeld. Als er gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot lokale verhogingen bij de bodem langs het VKA-tracé.



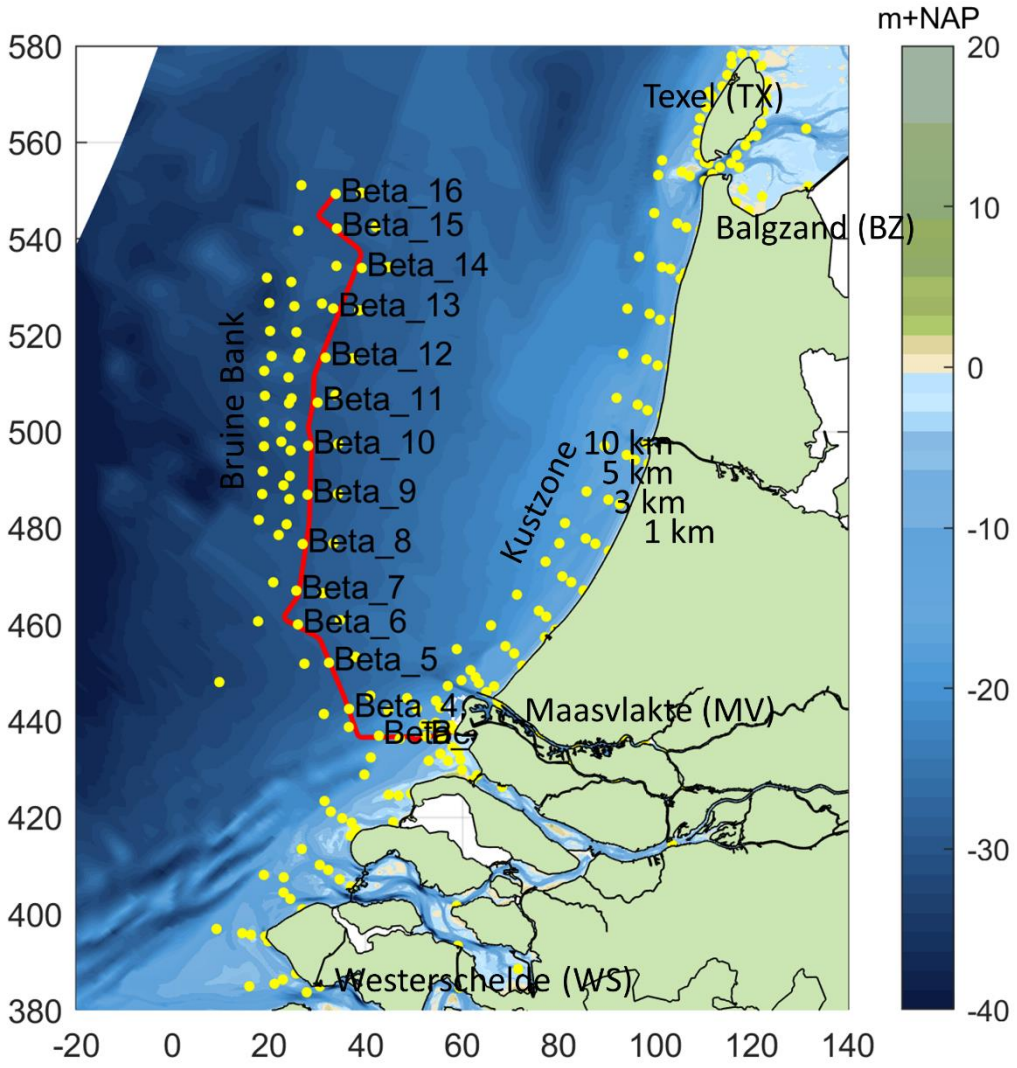
Figuur 29 Maximale omvang baggerpluim voor scenario A.

2.4.1.3 Tijdseries

Langs het VKA-tracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdseries uitgewerkt is (Figuur 12). Observatiepunten 1 tot en met 16 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het VKA-tracé. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten westen en ten oosten toegevoegd om de ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van alle observatiepunten. Verder zijn de volgende ecologisch interessante locaties

meegenomen, kustlangs op 1, 3, 5 en 10 km van de kustlijn, rondom Texel, in de natura 2000 gebieden de Voordelta en de Bruine Bank. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 15 maart. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.

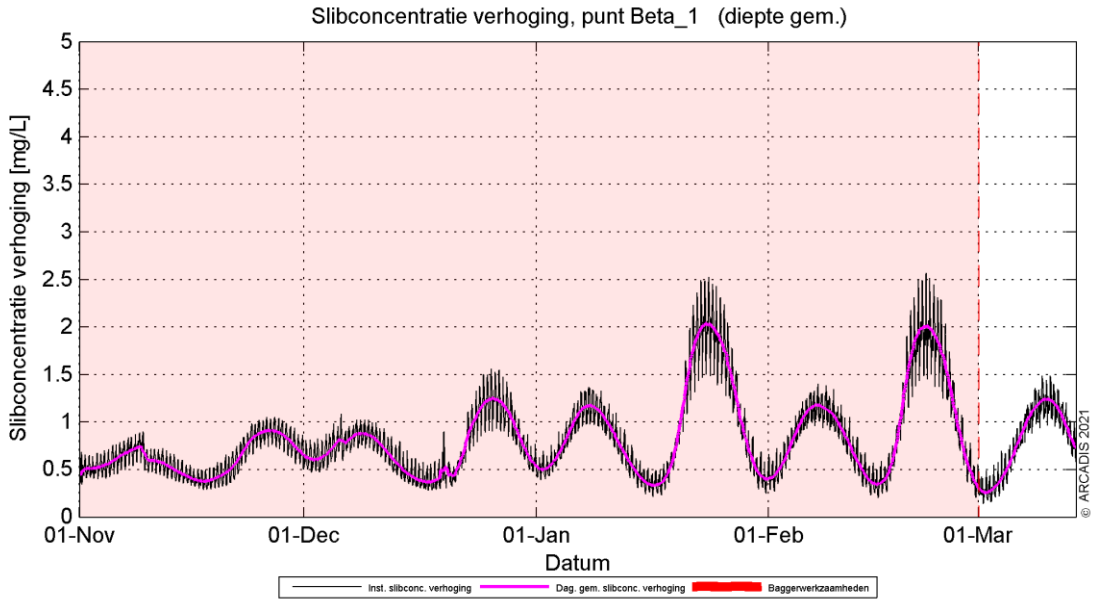


Figuur 30. Locaties van de observatiepunten in de modelstudie.

Omdat buiten het VKA-tracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het VKA-tracé beschouwd. In paragraaf 1.4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven. Scenario A is gebruikt om de resultaten te beschouwen omdat dit scenario de grootste concentratieverhoging ter hoogte van het VKA-tracé genereert (door de lagere valsnelheid van het sediment).

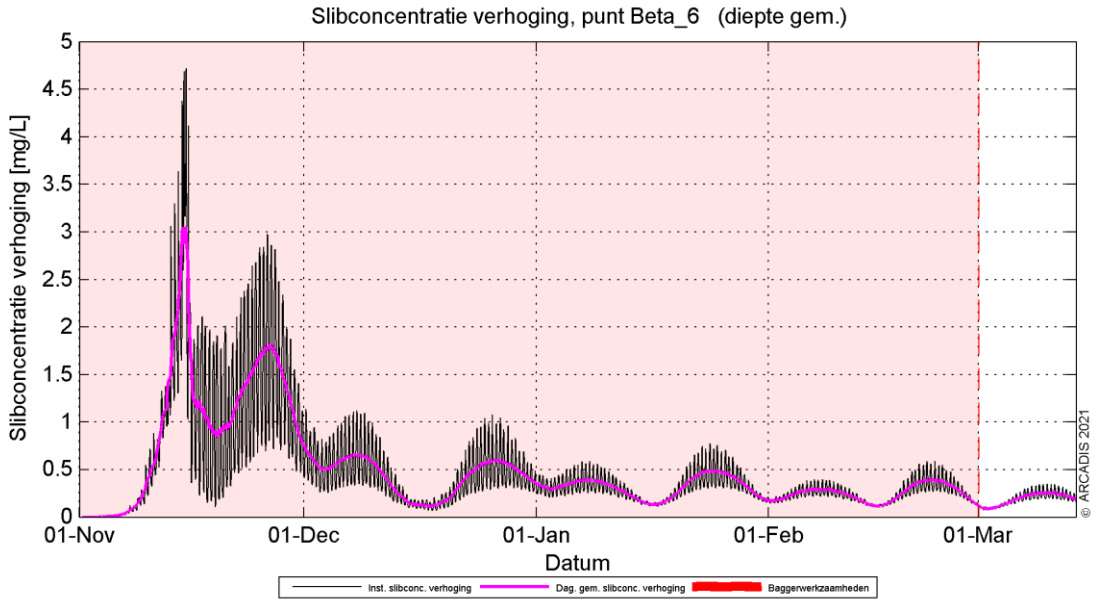
De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 1 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 13. Hierin is de zwarte grafiek de instantané concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende bijna de

gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (eerste 6 weken), maar neemt toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze omgeving. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging niet uit, het vrijgekomen slib zal zich niet ver verspreiden en de modelinstellingen voorkomen consolidatie van het slib op het moment dat het neerslaat. Immers in dit scenario is gekeken naar een conservatieve vertroebelingswaarde, naar het eind toe neemt de concentratie niet toe en blijft onder de grenswaarde van 2 mg/l.



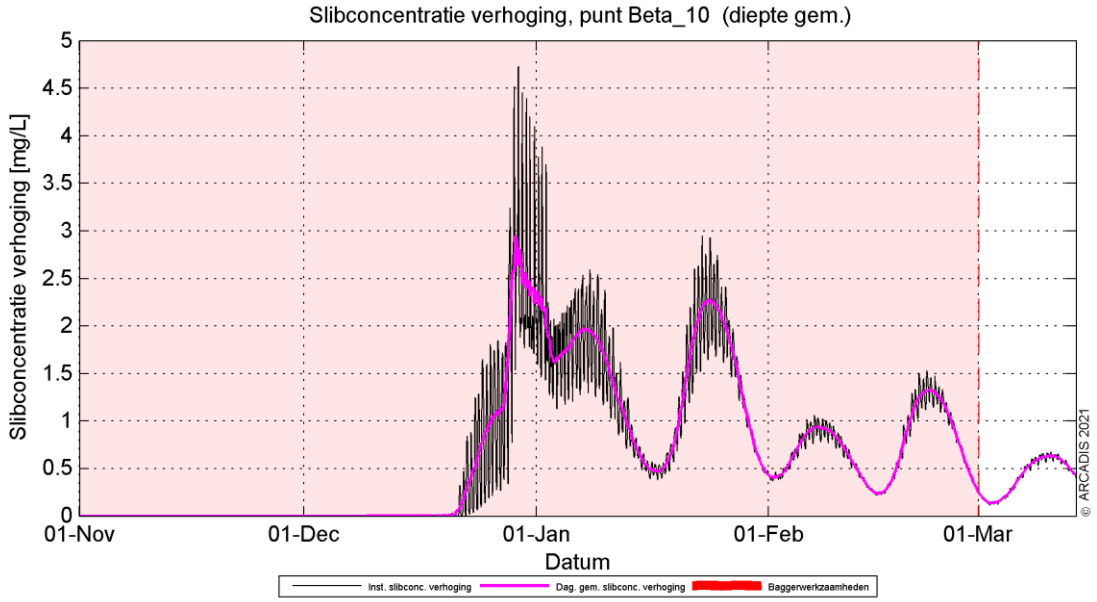
Figuur 31 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1, Scenario A.

Trenchen volstaat tot aan 20.9 km KP (kustprofiel), waardoor concentratie slib lager zijn. Rond observatiepunt 6 ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie sneller gebaggerd dan in de kustzone, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van minder dan 3 mg/l. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 14 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/l uitkomt.

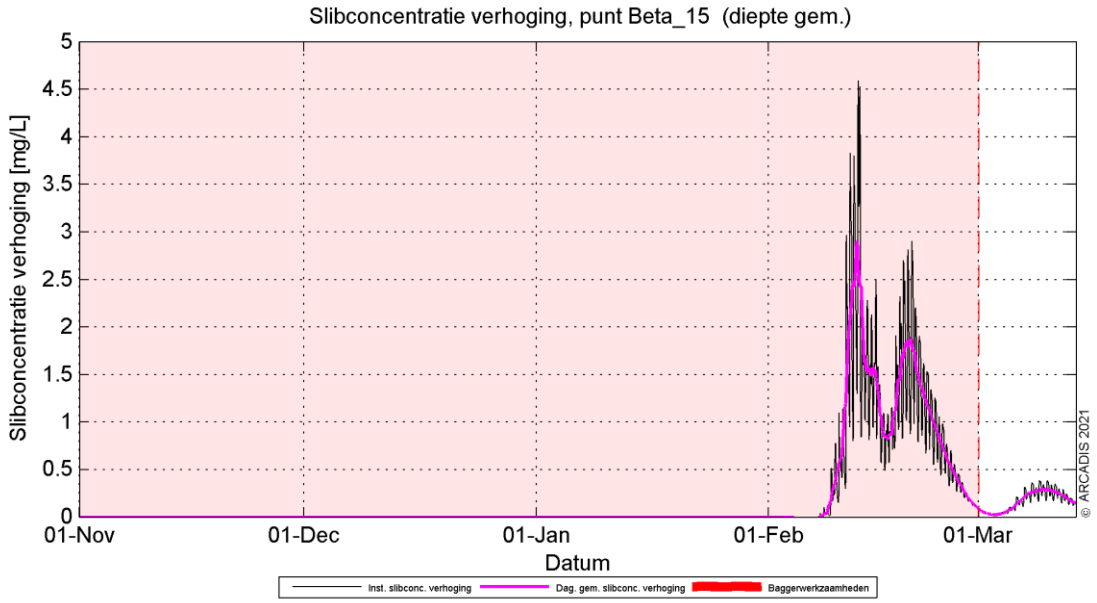


Figuur 32 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 6, Scenario A.

Observatiepunt 10 bevindt zich ter hoogte van de Bruine Bank en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 15. De werkzaamheden langs het VKA-tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd voor het gladstrijken van de zandgolven neemt de slib concentratie toe. Op het moment van baggeren neemt de concentratie toe tot boven de 2 mg/l. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, waarbij tijdens het gladstrijken van de zandgolven door middel van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie Figuur 16). Vervolgens binnen enkele weken ligt de concentratie alweer onder de 2 mg/l grens, aangezien de dominante richting van de pluim kustwaarts is.



Figuur 33 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 10, Scenario A



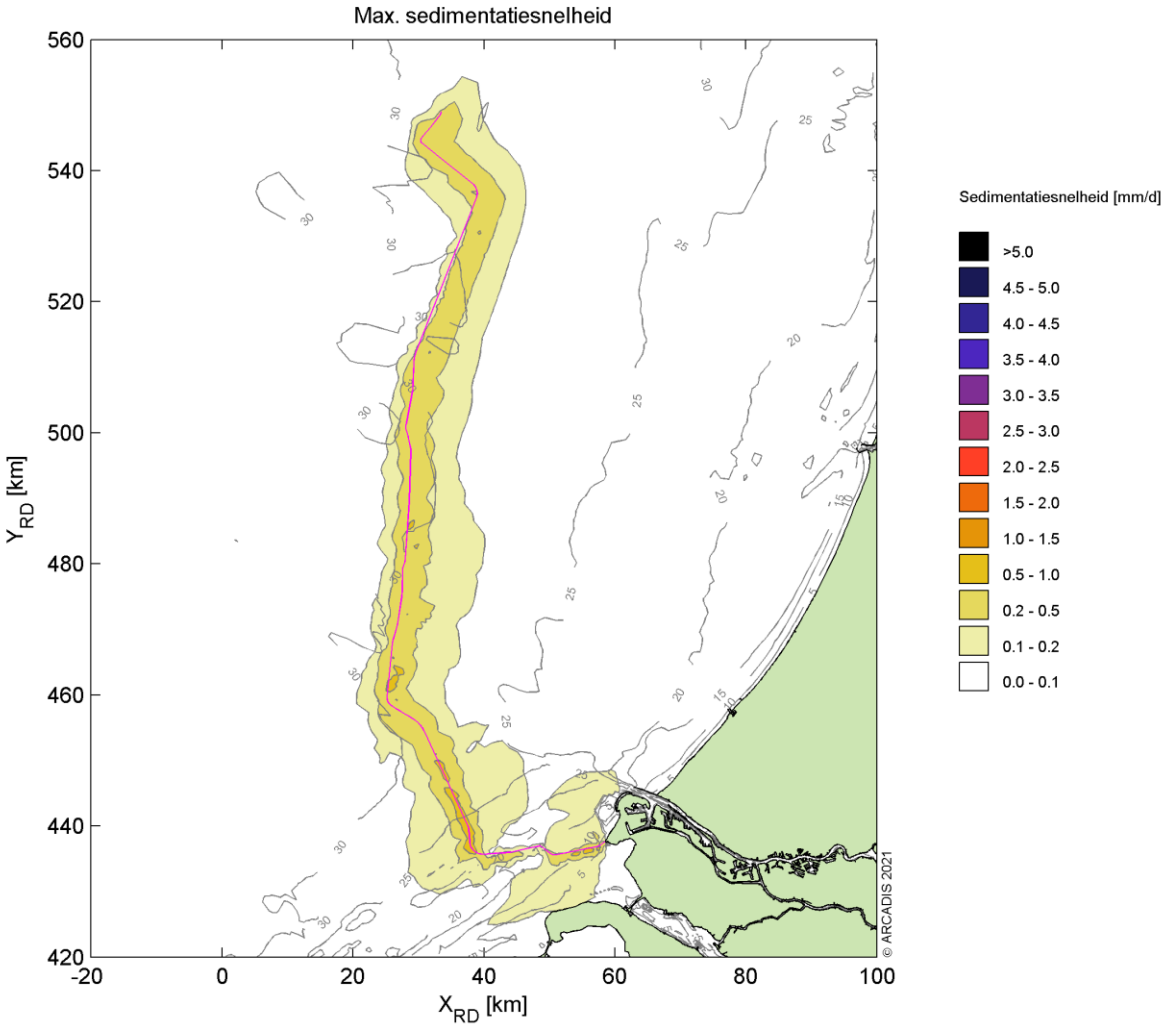
Figuur 34 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 15, Scenario A

De dieptegemiddelde concentratieverhoging neemt langs het VKA-tracé toe op het moment dat er gebaggerd wordt. De grenswaarde van 2 mg/l wordt op deze locaties (observatiepunten 4 tot en met 16) overschreden rond de baggerwerkzaamheden, waarbij zandgolven worden gladgestreken. Voor observatiepunten 2 en 3 is er maar een lichte stijging te zien door het trenchen van de kabel op deze locaties, terwijl verspreiding van concentraties uit de omgeving hier eenzelfde effect hebben en de waardes over een langere periode boven de grens van 2 mg/l blijven. Het proces van trenchen genereert geen significante verhoging van de concentratie.

2.4.2 Sedimentatie

2.4.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 17 is de maximale sedimentatiesnelheid van scenario B getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats langs het VKA-tracé, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid op zo'n 0.1-0.5 mm/dag. Langs het VKA-tracé ligt de sedimentatiesnelheid op max 1.0 mm/dag. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 1.4.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met het VKA-tracé waar het lokale baggervolume het grootst is, terwijl de sedimentatiesnelheid minder is voor de kustzone waar baggersnelheid het hoogst is. Een reden hiervoor kan zijn dat de stromingscondities langs de kust sterker zijn en daardoor het slib makkelijker verspreid. De sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1 mm/d.

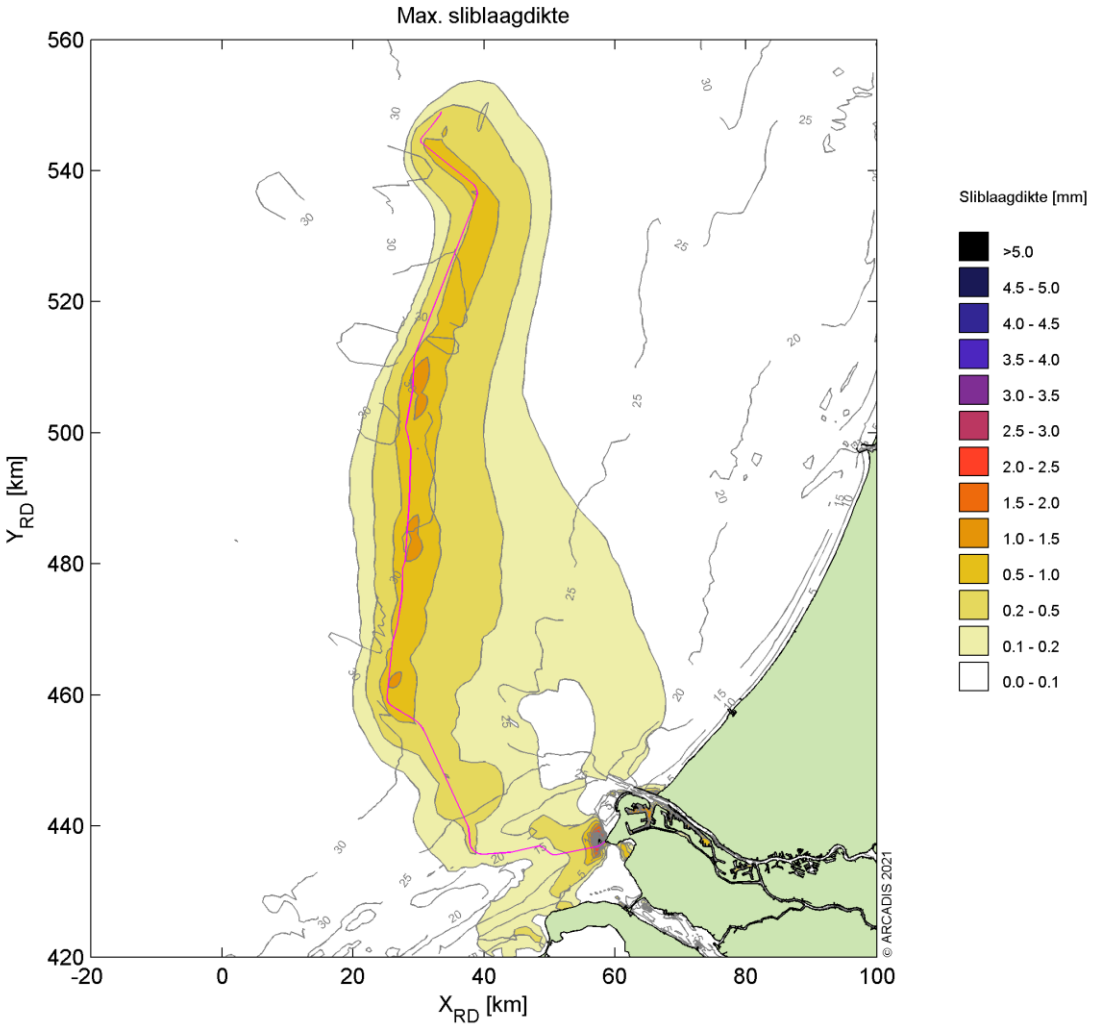


Figuur 35 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario B.

2.4.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 18 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in dat specifieke jaar per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze pieken weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte voor het voorgestelde scenario is langs het gehele VKA-tracé tot aan platform IJver Beta groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen kustwaarts en langs de kust zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het VKA-tracé neerslaan. De verspreiding is beperkt tot net voorbij Hoek van Holland, noordelijker langs de kust wordt de grenswaarde van 0,1 mm niet overschreden. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 0,5 mm alleen waargenomen wordt in de directe nabijheid van het VKA-tracé bij het baggeren rond de aanlanding van de Maasvlakte. Dit sluit aan bij de eerdere observaties bij de analyse van de concentratieverhoging en de sedimentatiesnelheid en is te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 36 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario B.

2.5 Conclusies

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van de kabel voor IJmuiden Ver Beta gesimuleerd. Twee effect scenario's zijn er getest, scenario A voor de slibverspreiding en scenario B voor sedimentatiesnelheid. De aanleg van de kabel kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 5 à 6 maanden wanneer er meerdere schepen worden ingezet. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 20 km) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform.

Bij scenario's A en B is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Bij scenario A is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij scenario B is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De resultaten van de combinaties van de scenario's zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

Over het algemeen worden de hoogste piekconcentraties waargenomen in de kustzone en langs het VKA-tracé. De concentratieverhoging loopt hierop tot 5-10 mg/l en zeer lokaal tot 10-15 mg/l. De hogere pieken komen voornamelijk voor langs het VKA-tracé, doordat hier met een hogere productie wordt gebaggerd ten opzichte van de kustzone. Na het vrijkomen van het slib in de waterkolom zal deze makkelijk verspreiden in de omgeving (diepte en stroming), waardoor de slib concentratie afneemt.

De afmeting van het 2 mg/l areaal is een uitgebreider dan enkel het VKA-tracé zelf en strekt zich uit in kustwaartserichting. Overal reikt de 2 mg/l areaal niet de kustzone. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim zeer beperkt tot langs het VKA-tracé zelf.

In het algemeen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen binnen een straal van ca. 10 km van het VKA-tracé. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de het VKA-tracé waar het lokale baggervolume het grootst is. Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat het VKA-tracé tot 30 km in kustwaartserichting. Echter, een laagdikte van meer dan 0,5 mm wordt alleen waargenomen in de directe nabijheid van de aanlanding van het VKA-tracé op de Maasvlakte. De laagdikte bij de aanlanding blijft beperkt tot 3,0 mm en is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier echter relatief beperkt.

3 BIBLIOGRAFIE

Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX.* Beijing, China.

Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele.* Arcadis.

Arcadis. (2018). *Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie.* Zwolle: Arcadis.

Arcadis. (2020). *Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie.* Amersfoort: Arcadis.

Becker, J., van Eekelen, E., van Wiechen, J., de Lange, W., Damsma, T., Smolders, T., & van Koningsveld, M. (2015). Estimating source terms for far field dredge plume modelling. *Journal of Environmental Management*, 282-293.

Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments.* Delft: Deltares.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria.* Haskoning.

Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydaulics Division, ASCE 91*, 105-139.

Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletiezand Noordzee 2018-2027.* Rijkswaterstaat.

Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua, No. 125*.

van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports.* Delft: Deltares.

Van Rijn, L. (1990). *Principles of Sedimentationand Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas.* Utrecht: Universiteit Utrecht.

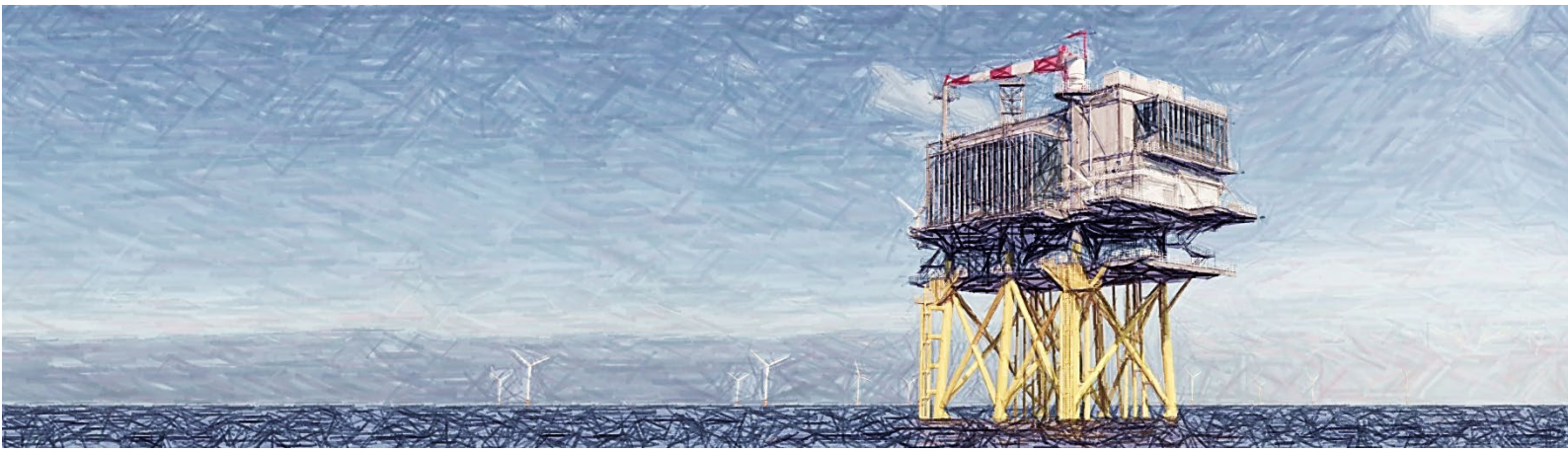
Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord.* Witteveen en Bos.

WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding.* Delft: WL | Delft Hydaulics.

Aanpak kennisleemten EMV mariene ecologie

Netten op zee Routekaart 2030

Document te gebruiken als bijlage Passende Beoordeling en MER en als bespreekdocument



Datum: 28-05-2021
Versienummer: 1
Status: def.

In opdracht van van:

INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave 1
Leeswijzer 2
1 Doelstelling onderliggend document 3
1.1 Aanleiding 3
1.2 Omschrijving vraagstuk: wat zijn de leemten 5
1.3 Wat is al in gang gezet? 6
1.4 Uitgangspunten en aanpak op hoofdlijnen 9
1.4.1 (Ecologische) Kennismodules 9
1.4.2 Kennis vergroten in en parallel aan de netten op zee Routekaart 2030 10
1.4.3 Kennis vergroten in overleg met diverse stakeholders 10
2 Kennismodules 12
2.1 Meten van veldsterktes EMV 12
2.2 Kennisontwikkeling soortgroepen 12
2.3 Mitigatie mogelijkheden 14
2.4 Integratie van de kennis 14
3 Mogelijke inbedding in (toekomstige) projecten 16
3.1 Projecten Routekaart 2030 16
3.1.1 Aangrijpingspunten projecten 16
3.1.2 Kenmerken en stand projecten Routekaart 2030 16
3.2 Inbedding in projecten 19
3.2.1 Kennismodules in relatie tot projecten 19
3.2.2 Individuele projecten 20
3.2.3 Versnelling voor 2030 (VAWOZ) 21
3.3 Overleg met stakeholders 22

Leeswijzer

Leeswijzer
Voor u ligt een notitie waarin de stand van zaken (mei 2021) rondom kennis van elektromagnetische velden (EMV) en mariene ecologie bij de netten op zee Routekaart 2030 is weergegeven. Voorliggend document is bedoeld voor TenneT om bij te voegen bij de Passende Beoordeling en MER van verschillende projecten. Tevens is het bedoeld om in overleg met andere partijen handvaten aan te reiken om de kennis de komende jaren gestructureerd te vergroten.

In hoofdstuk 1 worden de aanleiding, het doel en de aanpak op hoofdlijnen beschreven. Hoofdstuk 2 schetst vier verschillende kennismodules die voorgesteld worden voor het vergroten van kennis en invullen van kennisleemten. Hoofdstuk 3 bevat een overzicht voor netten op zee Routekaart 2030-projecten en de stappen die TenneT kan nemen om de leemten verder te structureren, en hierover in gesprek te gaan met diverse stakeholders. De bijlagen bevatten uitleg over de werking van elektromagnetische velden, diverse overzichten m.b.t. wettelijke kaders en wetenschappelijke inzichten over EMV.

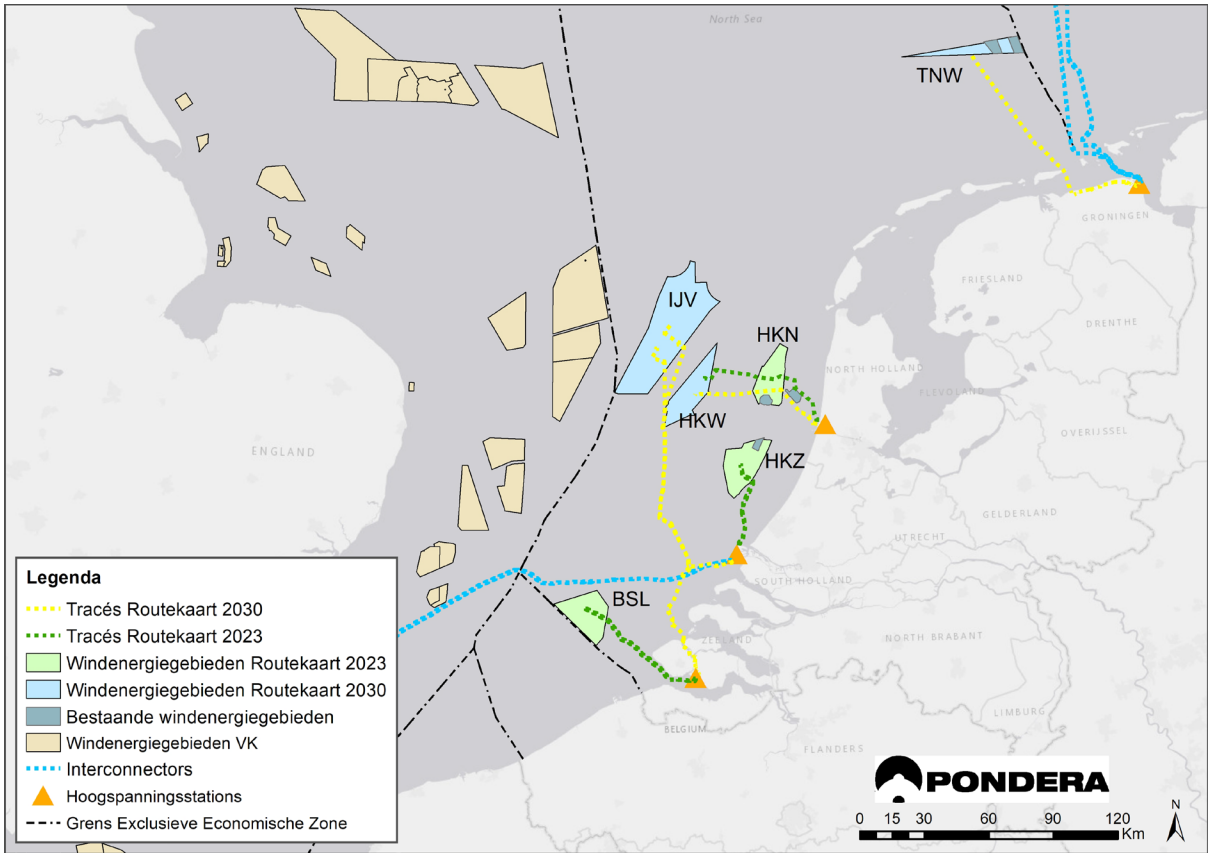
Dit document is een momentopname. Het vergroten van de kennis betreft geen ‘statisch’ proces, indien onderzoeksresultaten, inzichten of andere ontwikkelingen daartoe aanleiding geven, kunnen stappen worden aangepast en kan verder voortgebouwd worden op dit document.

1 Doelstelling onderliggend document

1.1 Aanleiding

Bij de verschillende procedures voor de Netten op zee zijn er leemten gesignaleerd in kennis over de precieze effecten van elektromagnetische velden (EMV) op mariene ecologie. Deze notitie geeft richting aan de wijze waarop kennis vergroot en leemten ingevuld kunnen worden, en wat TenneT en andere partijen hierin zouden kunnen betekenen. Hierbij ligt de focus op de Routekaart 2030-projecten en projecten die voort kunnen komen uit de versnellingsoperatie VAWOZ (verkenning aanlanding windenergie op zee).

In de onderstaande afbeeldingen zijn de Netten op zee Routekaart 2023 en Routekaart 2030[1] opgenomen. De 2023 en 2030 Net op zee-projecten vallen onder de doelstellingen uit het klimaatakkoord. Naast deze projecten wordt binnen VAWOZ onderzocht welke mogelijkheden er zijn om voor 2030 extra (boven op het klimaatakkoord) elektrische aanlandingen te realiseren.



Figuur 1-1 Overzicht van de bestaande en geplande netten op zee

Diverse betrokken partijen (zoals TenneT, betrokken overheden en belangenorganisaties) hebben behoefte aan het vergroten van kennis over de effecten van EMV op mariene ecologie. Een deel van deze partijen heeft dit ook kenbaar gemaakt tijdens de huidige m.e.r.- en vergunningenprocedures voor Routekaart 2023- en Routekaart 2030-projecten (o.a. in zienswijzen). Daarnaast geeft wet- en

[1] Routekaart 2023: Netten op zee Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). Routekaart 2030: Netten op zee Hollandse Kust (west Alpha), Hollandse Kust (west Beta), Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver Alpha en IJmuiden Ver Beta.

regelgeving ook aanleiding om deze kennis te vergroten (overzicht in bijlage 3). De behoefte hieraan wordt versterkt doordat het aantal projecten toeneemt waardoor inzicht in het al dan niet optreden van cumulatieve effecten nodig is en omdat het vraagstuk daarmee de reikwijdte van een afzonderlijk net op zee-project overstijgt.

Het doel van deze notitie is dat TenneT het kan bijvoegen bij de Passende Beoordeling en MER van verschillende projecten. Tevens is het bedoeld om in overleg met andere partijen handvaten aan te reiken om de kennis de komende jaren gestructureerd te vergroten.

Dit gebeurt door middel van:
1. Een overzicht te geven van de beschikbare en relevante informatie rond elektromagnetische velden en marien ecologische parameters.
2. (Ecologische) kennismodules aan te reiken waarmee de leemten ingevuld kunnen worden en aan te geven op welke wijze deze kennismodules ingevuld kunnen worden. In het vervolg en parallel aan de Net op zee-projecten.
3. Voor de Net op zee Routekaart 2030 projecten (Hollandse Kust (west Beta)[2], Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver Alpha en Beta) en projecten die uit de versnellingsoperatie VAWOZ naar voren komen structuur te bieden voor de geconstateerde leemten in kennis in:
    a. de voorbereidingsfase (MER, vergunningen e.d.),
    b. uitvoeringsfase (opstellen monitoringsplan, doen van nulmetingen ed.),
    c. gebruiksfase (uitvoeren monitoring e.d.).

Door steeds nieuwe kennis te vergaren, bijvoorbeeld door het verrichten van metingen aan kabels bij reeds gerealiseerde projecten, en in elk project de meest recente kennis toe te voegen, wordt de kennisbasis uitgebouwd en daarmee worden de leemtes steeds verder ingevuld.

Uitgangspunten

Deze notitie is tot stand gekomen op basis van de onderstaande uitgangspunten:
1. De notitie richt zich op de hoogspanningskabels van de Netten op zee 2030 (van de platforms op zee voor transport van de windenergie naar land, ook wel offshore exportkabels of HVAC/HVDC genoemd). Er wordt uitgegaan van:
    a. de wisselstroom (AC-)verbindingen: 700 MW voor Hollandse Kust (west Beta) en 700 MW Ten noorden van de Waddeneilanden);
    b. de gelijkstroom (DC-)verbindingen: IJmuiden Ver Alpha en Beta, beide 2 GW, en
    c. de informatie kan tevens toegepast worden op project die uit de versnellingsoperatie VAWOZ naar voren komen.
2. de notitie richt zich niet op 66kV-interlink verbindingen tussen de Net op zee platforms omdat deze alleen in noodgevallen stroom vervoeren en dus sporadisch een elektromagnetisch veld kennen;
3. het plan richt zich niet op de inter array kabels van de windturbines binnen de windenergiegebieden die naar een platform lopen;
4. er wordt uitgegaan van de momenteel (mei 2021) beschikbare kennis en informatie uit bestaande en lopende projecten zoals de Routekaart 2023-projecten en interconnectors;
5. er wordt geen meerjarige langlopende informatie verzameld voor deze notitie;
6. de notitie richt zich op de kennisleemten van EMV van hoogspanningsverbindingen op zee (effecten op mariene ecologie). Cumulatie met eventuele andere drukfactoren, zoals onderwatergeluid, valt buiten de scope.

[2] Net op zee Hollandse Kust (west Alpha) is onderdeel van de procedure Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) en vormt geen onderdeel van deze notitie.

1.2 Omschrijving vraagstuk: wat zijn de leemten

Elektrische stroom wordt door een kabel getransporteerd. Door het transporteren van stroom wordt een elektromagnetisch veld veroorzaakt. In de huidige kabelontwerpen wordt het elektrisch veld door de mantel in de kabel ingesloten. Het magneetveld reikt tot buiten de kabel in de omringende bodem en in het water. Dit is ook het geval rond de kabels van de netten op zee. Elektrische velden van kabelsystemen op de zeebodem zijn in het mariene milieu niet waarneembaar omdat deze tegengehouden worden door de isolatie om de kabel (Rijkswaterstaat, 2016). Wel kan door beweging binnen het elektromagnetische veld van een kabel (door waterstroming of zwemmende organismen) een opgewekt elektrisch veld (induced electric field, iEF) ontstaan (Rijkswaterstaat, 2016). Een iEF ontstaat als een organisme door een magnetisch veld beweegt, maar niet als deze parallel aan het magnetische veld beweegt. Wisselstroomkabels en gelijkstroomkabels veroorzaken verschillende soorten (elektro)magnetische velden. Hoe groot dit veld is ter hoogte van het zeebed, hangt af van diverse factoren waaronder de diepteligging van de kabel, het ontwerp en de oriëntatierichting van de kabel t.o.v. het aardmagnetisch veld en de hoeveelheid stroom die door de kabel loopt. Zie voor meer uitleg bijlage 2.

Gelijkstroom en wisselstroom
Er is onderscheid te maken in gelijkstroom (hierna DC)- en wisselstroom (hierna AC)-verbindingen. Wisselstroom wordt voor de Netten op zee gebruikt om elektriciteit over relatief korte afstanden (ongeveer tot ca. 120 kilometer op zee) te verplaatsen. De bestaande windparken in de Nederlandse Noordzee zijn momenteel met AC-kabels op de wal aangesloten. De windparken van Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west) en Ten noorden van de Waddeneilanden worden met AC-verbindingen aangesloten.

Gelijkstroom wordt gebruikt om elektriciteit over langere afstanden te verplaatsen (vanaf ca. 120 km). In de Duitse Noordzee is het merendeel van de windparken aangesloten met DC-kabels, en ook de interconnector-kabels die landen verbinden, zoals de COBRA en NorNed, zijn DC. Ook voor de windparken van IJmuiden Ver gaat gelijkstroom toegepast worden. In de toekomst worden naar verwachting voor de windparken op zee op grotere afstanden van de kust DC-kabels gebruikt zoals gepland voor IJmuiden Ver. Dit afgezien van de nieuwe vormen van afvoer (waterstof ed.) waarover wordt nagedacht door diverse organisaties (overheid, netbeheerders, industrie e.d.)

Diverse mariene organismen zijn gevoelig voor EMV omdat ze voor hun fysiologische processen (processen in levende wezens) gebruik maken van elektromagnetische zintuigen en het aardmagnetische veld (zie voor meer toelichting bijlage 2). Op het Nederlandse continentaal plat zijn al verschillende hoogspanningskabels aanwezig en daarnaast zitten er verschillende plannen in de pijplijn.

De EMV gegenereerd door deze hoogspanningskabels overlappen met de habitat van bentische (op de zeebodem levende) soorten. Op basis van de huidige kennis lijken de EMV van waarneembare grootte (zie ook bijlage 2, 4A en 4B). Dit kan mogelijk een effect hebben op het mariene milieu (Scott et al 2018, Hutchinson et al 2018). Hutchinson (2020) zegt hierover: “antropogene (door menselijke activiteiten veroorzaakte) EMV vertegenwoordigen een slecht begrepen, maar potentieel belangrijk en toenemende emissie in het mariene milieu, wat vitale omgevingsfactoren voor EM-gevoelige soorten kan verstoren of maskeren.”

Mogelijke effecten van EMV zijn:

- Barrièrewerking: kabels die sterke EMV genereren kunnen mogelijk barrières vormen in migratie en zo de connectie tussen belangrijke foerageer-, paai- en opgroeigebieden verstoren;
- effect op de navigatie- of oriëntatiemogelijkheden;
- vermijden / aantrekken en andere gedragseffecten;
- effecten op interacties tussen roofdieren en prooien en;
- fysiologische en ontwikkelingseffecten (Taormina et al 2018).

Er is momenteel onvoldoende kennis om vast te stellen voor welke soorten de antropogene EMV geen effecten hebben. Wel kan er op basis van de fysiologie gesteld worden dat de effecten voor bepaalde soortgroepen in de Noordzee[3] naar verwachting groter zullen zijn, zoals:

1. Zeezoogdieren zoals de bruinvissen (Phocoena Phocoena) en andere walvis- en dolfijnachtigen;
2. de onderklasse der Elasmobranchii (haaien en roggen);
3. orde der Pleuronectiformes (platvissen);
4. familie der Petromyzontidae (prikken);
5. familie der Salmonidae (zalmachtigen);
6. familie der Clupeidae (haringachtigen); en
7. familie der Anguillidae (palingen).

Zeehonden zijn vanuit hun fysiologie (lichaamsbouw- en -processen) niet in staat EMV waar te nemen. Voor een gedetailleerd overzicht van bekende effecten van EMV per soortgroep uit wetenschappelijke studies zie bijlage 4A.

In deze notitie wordt de prioriteit gelegd bij effecten op aantal wettelijk beschermde zeezoogdieren en wettelijk beschermde en commerciële vissoorten. Effecten op evertebraten (ongewervelden, zoals kreeften en garnalen) worden niet meegenomen, omdat het wettelijke beschermingsregime niet of nauwelijks van toepassing is en de prioriteit voor projecten in eerste instantie ligt bij wettelijk beschermde soorten.

1.3 Wat is al in gang gezet?

De kennisleemte rond EMV in relatie tot de uitrol van het Net op Zee wordt erkend door meerdere partijen en er zijn al diverse zaken in gang gezet en uitgevoerd. Hiervan is hieronder een beschrijving opgenomen.

Netbeheerder op zee TenneT

Vanuit de netbeheerder van Nederland, TenneT, wordt de kennisleemte rond EMV herkend en worden er ook stappen ondernomen om deze te verkleinen en de mogelijke effecten te duiden. Dit wordt ingevuld door het coördineren van een grootschalig monitorings- en evaluatieprogramma (MEP) als onderdeel van het invullen van de vereisten in de vergunningen voor de Wet natuurbeheer (Wnb). Daarnaast is het ontwikkelen van EMV-kennis opgenomen in de Corporate Social Responsibility (CSR)-strategie van TenneT.

[3] Het gaat hier ook om de wateren die rechtstreeks in contact staan met de Noordzee, waaronder de Waddenzee en de grote wateren. Daarbij wordt opgemerkt dat een eventueel verschil in EMV veroorzaakt door het verschil in zoutconcentratie binnen de marge valt.

Monitorings- en Evaluatieplan netten op zee Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)
Als eigenaar en dus vergunningshouder van de kabels van het Net op Zee Borssele is TenneT ook verplicht de EMV effecten te monitoren middels het Monitorings- en Evaluatieplan (MEP) EMV voor de export kabels van het windpark Borssele. In het kader van de verleende Natuurbeschermingswet vergunning voor het export kabels van het offshore wind park Borssele is een "Monitorings- en evaluatieplan elektromagnetische velden Net op Zee Borssele" (2020) opgesteld om de mogelijke effecten van de EMV op mariene ecologie te onderzoeken.

Het MEP bestaat uit vijf deelonderzoeken, te weten:
1. EMV-sterkte en reikwijdte;
2. effecten op zeezoogdieren (nummer 1 bovenstaand rijtje);
3. effecten op kraakbeenvis (Elasmobranchii, nummer 2 bovenstaand rijtje);
4. effecten op diadrome vis (diverse vissoorten uit de groepen 3 t/ 7 uit bovenstaande opsomming); en
5. effecten op: benthische vis (Pleuronectiformes, nummer 3 bovenstaand rijtje).

Daarnaast wordt er in het MEP beschreven hoe het plan bijdraagt aan de bredere monitoring van de ecologische effecten van EMV bij de verdere uitrol van het net op zee. Dit wordt mede beschreven door de implementatie van een adaptieve monitoringscyclus. Dit MEP voor Borssele is vastgesteld in oktober 2020 waarna de uitvoering plaatsvindt in 2020 en 2021. Veldonderzoek start De metingen in mei 2021 en de resultaten komen voor de zomer beschikbaar.

De monitoringsplannen EMV voor de andere Routekaart 2023-projecten, te weten Net op zee Hollandse Kust (zuid) en voor Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) volgen dezelfde aanpak als dat van Net op zee Borssele.

Meten EMV-sterkte NorNed-kabel
Voor NorNed is een plan van aanpak opgesteld voor het meten van EMV-sterktes. NorNed is een gelijkstroom-kabel van Nederland naar Noorwegen van 580 km lang met een capaciteit van 700 MW. Het meten van de veldsterktes wordt meegenomen in een gepland onderzoek (start vanaf maart 2021) naar de huidige begraafdiepte. Het doel van de metingen is onder meer:
1. Verkrijgen van informatie over EMV van gebundelde (en eventueel ongebundelde) kabels.
2. Vergelijken van velddata met gemodelleerde waarden en indien nodig het kalibreren van de modellen.
3. Bijdragen aan de discussie met institutionele stakeholders / bevoegde gezagen en overige stakeholders (natuur- en visserij belangenorganisaties) rondom toekomstige vergunningaanvragen en monitoringsvereisten, specifiek voor het 2 GW-concept.[4]
4. Bijdragen aan de milieueffectrapportages voor het 2 GW-concept.

De metingen worden in april 2021 gestart en komen voor de zomer beschikbaar.

[4] Zoals toegepast wordt voor IJmuiden Ver Alpha en Beta.

Overig
TenneT loopt samen met de Franse netbeheerder RTE voorop in het samenbrengen van alle Noordzee-netbeheerders om het onderwerp te agenderen, alsmede onderzoeksinspanningen te stroomlijnen. Daarnaast is TenneT ook lid van het ElasmoPower consortium (zie tekstkader).

ElasmoPower
Het "ElasmoPower" onderzoek heeft als primair doel een dosis-effect relatie vast te stellen tussen het gedrag van hondshaai (*Scyliorhinus canicula*), blonde rog (*Raja brachyura*) en stekelrog (*Raja clavata*) in relatie tot verschillende EMV sterktes die vergelijkbaar zijn met de daadwerkelijke situatie. Het onderzoek bestaat uit het bepalen van de omvang van het huidige en toekomstige EMV netwerk op het Nederlands continentaal plat, het bepalen van dosis-effect relatie middels laboratorium testen en deze bevindingen te valideren in het veld. Het ElasmoPower onderzoek wordt uitgevoerd door een consortium van Wageningen Universiteit, Wageningen Marine Research, Naturalis, Stichting de Noordzee, WOZEP, Witteveen+Bos en TenneT.

Verschil tussen modelberekeningen en praktijk veldsterktes AC-kabels
Bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is (TenneT, 2021).

Overheid: KEC[5] en WOZEP[6]
Vanuit de overheid, in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC), worden EMV veroorzaakt door kabels genoemd als een drukfactor in de gebruiksfase. Dit wordt verder uitgewerkt in het Wind Op Zee Ecologisch Programma (WOZEP) waar twee vragen zijn geformuleerd rond EMV:

1. Welke soorten worden door elektromagnetische velden verstoord, in welke manier (verlies van leefgebied, barrière-effect, enz.) en in welke mate?; en
2. Wat zijn de populatie-effecten van elektromagnetische velden voor deze soorten?

Om deze vragen te beantwoorden heeft WOZEP een literatuurstudie laten uitvoeren naar de stand van zaken (Snoek et al 2016) en recent een survey laten uitvoeren naar de bestaande EMV-velden van de parken Egmond aan Zee, Prinses Amelia en Luchterduinen (Snoek et al 2020). De bedoeling van deze survey was, naast het verzamelen van data, ook een nieuwe opstelling uitproberen met een camera die voortgetrokken wordt over de zeebodem, waarbij de camerabeelden werden gesynchroniseerd met het EM-veld. De verzamelde data bleek echter niet geschikt voor modelberekeningen. Daarnaast steunt WOZEP een onderzoek naar de effecten van EMV op elasmobranchen "ElasmoPower" (zie bovenstaand tekstkader).

[5] In het KEC (sinds 2015) gaat de aandacht uit naar mogelijke cumulatieve effecten op de populaties van te beschermen soorten gedurende de bouw en exploitatie van de windparken op zee tot 2030. Zie https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/
[6] WOZEP (sinds 2016) heeft als doel de kennisbasis over de effecten van windparken op beschermde soorten te vergroten, zodat tijdens de voorbereiding van realisatie van windenergiegebieden er een zo goed mogelijke inschatting gedaan kan worden van de effecten op de ecologie. Zie https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch-programma-wozep/

1.4 Uitgangspunten en aanpak op hoofdlijnen

1.4.1 (Ecologische) Kennismodules

Uitgangspunten

1. De vraag naar het vergroten van kennis en invullen van leemten rondom EMV wordt onderbouwd doordat:
   a. Het is vastgesteld dat antropogene EMV van offshore stroomkabels overlappen met het waarnemend vermogen van verschillende mariene soorten.
   b. De exacte effecten van EMV op verschillende mariene soorten onduidelijk is.
2. Er is een standaardisatie van meetmethodiek benodigd.
3. Resultaten van modellen wijken soms af van de praktijk, daarom zijn velddata nodig.

Om informatie over de effecten te vergroten en gericht te verzamelen is een viertal kennismodules gedefinieerd, die in hoofdstuk 2 worden uitgewerkt.

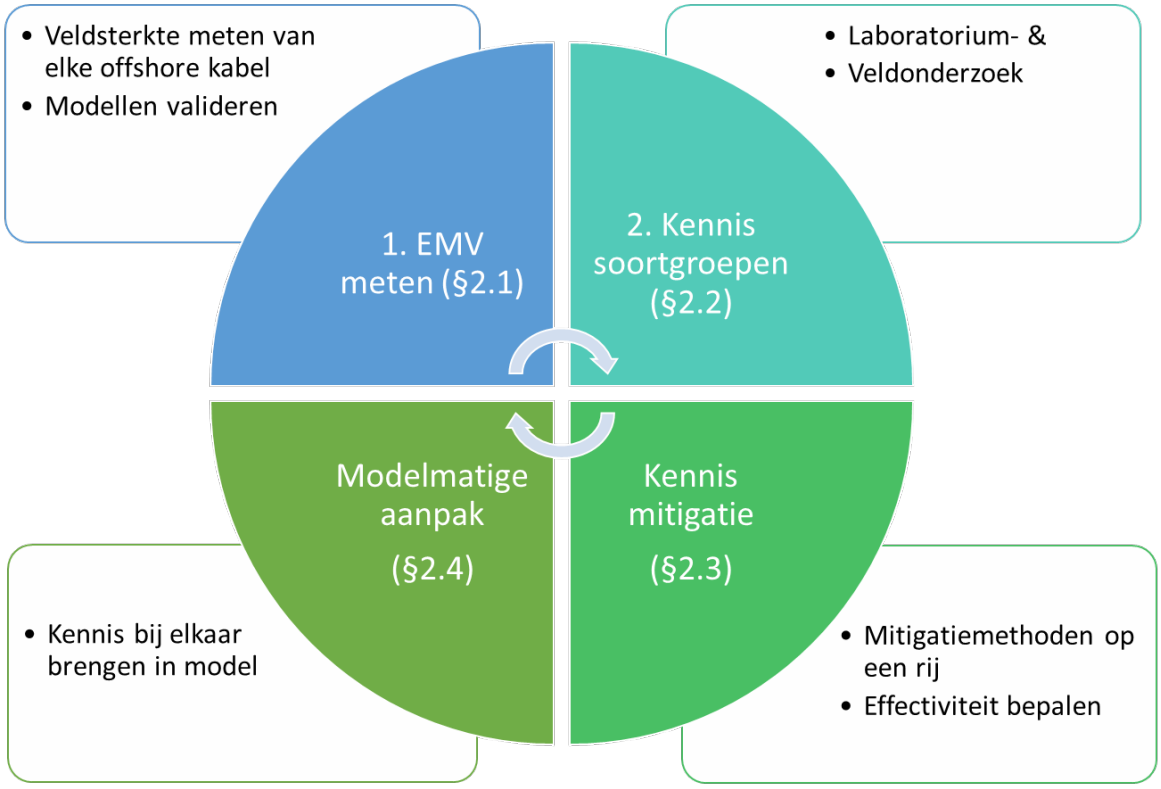
Om de kennis in te vullen is het voorstel om voor de relevante soorten informatie te verzamelen over:

- De dosis-effect-relaties;
- het effect van EMV op relevante soorten; en
- inzicht in cumulatieve effecten.

Om beter inzicht te krijgen in de effecten van EMV is het in eerste instantie van belang om vast te stellen wat de huidige EMV-veldsterktes zijn en hoe deze zich verhouden tot de gehanteerde rekenmodellen. Organismen in het veld wordt blootgesteld aan het daar vastgestelde (dat wil zeggen gemeten) EMV-niveaus . De andere kant is het vaststellen hoe verschillende soortgroepen reageren op de EMV. Indien nodig kunnen de effecten van het elektromagnetische veld wat veroorzaakt wordt door werkzame kabels door verschillende technieken gemitigeerd worden.

Uiteindelijk moet alle kennis die verzameld is geïntegreerd worden en bruikbaar worden voor effectbeoordeling. Door dit effectief aan te pakken kunnen ook effecten van cumulatie beter in beeld worden gebracht.

De vier kennismodules zijn weergegeven in de onderstaande figuur. Met de pijlen wordt aangegeven dat het een iteratief proces is. Uiteindelijk kan deze informatie leiden tot een mathematisch model waarmee effecten van een (nieuwe) kabel op marien ecologische parameters kan worden voorspeld. Met een dergelijk mathematisch model waarin alle kennis is geïntegreerd kunnen ook cumulatievraagstukken worden onderzocht.



Figuur -2 Vier kennismodules voor invullen leemten

1.4.2 Kennis vergroten in en parallel aan de netten op zee Routekaart 2030

Het vergroten van de kennis en invullen van de leemten kan voor een deel binnen of parallel aan individuele projecten plaatvinden. In hoofdstuk 3 worden mogelijke aangrijpingspunten binnen de Routekaart 2030-projecten genoemd. Hierbij kan slim gebruikt gemaakt worden van benodigde ‘standaard’-veldonderzoeken (surveys) naar bijvoorbeeld de begraafdiepte van de kabels. Daarnaast is er sprake van project-overkoepelend onderzoek of aggregatie van informatie (kennismodule 3 en 4). Op deze wijze kan steeds voortgebouwd worden op de in individuele projecten en onderzoeken opgedane kennis.

1.4.3 Kennis vergroten in overleg met diverse stakeholders

Om een beeld te geven van de betrokkenen (stakeholders) rondom het vraagstuk EMV – mariene ecologie zijn in de onderstaande figuur de belangrijkste stakeholders weergegeven. Deze partijen zijn betrokken bij de ontwikkeling van windenergie en de Netten op zee, verantwoordelijk voor (een deel van de) procedures rondom de netten op zee, vertegenwoordigen een natuur- of visserij-belang of zijn bezig met kennisontwikkeling.



Figuur 1-3 Belangrijkste stakeholders[7]

Deze notitie kan gebruikt worden als basis voor overleggen tussen de verschillende stakeholders. In paragraaf 3.3 wordt hier verder op ingegaan.

[7] WOZEP = Wind Op Zee Ecologisch Programma, EZK = ministerie van Economische Zaken en Klimaat, RWS = Rijkswaterstaat, LNV = ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, NWEA = Nederlandse Windenergie Associatie, MONS = Monitoring Onderzoek Natuurversterking en Soortenbescherming (Noordzeeakkoord), TKI = Topconsortium voor Kennis en Innovatie.

2 Kennismodules

Rolverdeling en beheer van de kennis
Om informatie over de effecten te vergroten en gericht te verzamelen is een viertal kennismodules gedefinieerd in dit hoofdstuk. TenneT ziet als TSO een trekkende rol voor de module Meten van veldsterktes EMV (paragraaf 2.1) en de module Mitigatiemogelijkheden (paragraaf 2.3). De invulling en planning van de module Kennisontwikkeling soortgroepen (paragraaf 2.2) en de module Integratie van de kennis (paragraaf 2.4) zou een plek moeten krijgen in lopende programma's en trajecten zoals KEC, WOZEP en MONS met name door RWS en kennisinstituten. TenneT wil hier actief betrokken zijn om te bepalen op welke wijze kennis uit 2.1 en 2.3 wordt toegepast. TenneT zal dit bespreken met een aantal stakeholders, genoemd in voorgaande paragraaf.

2.1 Meten van veldsterktes EMV

Om beter inzicht te krijgen in de effecten van EMV is het in eerste instantie van belang om vast te stellen wat de huidige EMV-veldsterktes zijn en hoe zich deze verhouden tot de modellen. Hiervoor is een aantal stappen benodigd, toepasbaar op zowel AC- als DC-kabels. Voor AC-kabels kunnen sinds kort de metingen worden uitgevoerd bij de kabels van Net op zee Borssele omdat deze hetzelfde ontwerp en sterkte hebben als de nog aan te leggen AC-kabels voor de Netten op zee Hollandse Kust (west Beta) en Ten noorden van de Waddeneilanden. Voor de DC-kabels is het nodig om bij bestaande kabels te meten, en mogelijk ook bij de interconnector kabels. Voor NorNed is dit inmiddels in gang gezet met een plan van aanpak (zie beschrijving paragraaf 1.3).

De volgende stappen worden voorgesteld:

- Het monitoren van EMV op vergelijkbare spanning als voorzien voor de kabels van de Netten op zee Hollandse Kust (west Beta) (AC), Ten noorden van de Wadden (AC) en IJmuiden Ver Alpha en Beta (DC). Hierbij wordt zowel het magnetische veld als het geïnduceerde elektrische veld gemeten (zie voor uitleg velden bijlage 2), gekoppeld aan gedetailleerde informatie over de spanningsniveaus gedurende de meting. Voor DC-velden geeft het meer inzicht om zowel bij gebundelde als ongebundelde kabels te meten.[8]
- Bepalen van parameters die de reproduceerbaarheid van EMV-metingen onder water beïnvloeden (bijv. meetdiepte, substraat).
- Bepalen van EMV-sterktes gedurende verschillende (met name hogere); windomstandigheden en in verschillende seizoenen, mogelijk door een permanent EMV-monitoringsstation, en;
- Definitie en validering van invoerparameters voor bestaande mathematische EMV-modellen middels validatie van resultaten.

2.2 Kennisontwikkeling soortgroepen

Het vaststellen van de EMV-niveaus in het veld is de helft van het verhaal, de andere kant is gebaseerd op het vaststellen hoe verschillende soortgroepen reageren op de EMV. Onderstaand is aangegeven welke stappen idealiter doorlopen moeten worden om deze dosis-effect relaties te kunnen vaststellen. Dit is uitgesplitst tussen vissen en zeezoogdieren.

[8] De EMV-meetcampagnes worden al gepland voor de netten op zee Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) (AC) en NorNed (DC). Mogelijk geven daarna de EMV-meetcampagnes voor de netten op zee Hollandse Kust (west Beta), IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta en Ten noorden van de Waddeneilanden geen meerwaarde en kunnen deze achterwege blijven.

Vissen
Er zijn verschillende soortengroepen vissen waarbij EMV invloed kan hebben. Deze zijn te onderscheiden in hoofdgroepen (zie opsomming paragraaf 1.2). Voor deze soorten is het onderzoeksverloop op hoofdlijnen hetzelfde en bestaat uit de volgende stappen:

1. Literatuuronderzoek naar wetenschappelijk en in de grijze literatuur gepubliceerde dosis-effect relaties en verspreidings- en migratie gedrag;
2. Experimenteel laboratorium onderzoek om de dosis-response relaties vast te stellen. Dit kan middels gedragsexperimenten in een gecontroleerde omgeving (aquarium of bassin/laboratorium);
3. Voor specifieke soorten zoals platvis effecten op voorkomen en dichtheid middels (boomkor)vis onderzoek op- en rond de kabels; en
4. (gedragsonderzoek in het veld door zenderen van dieren en/of het maken van video opnames. Hiermee kan het gedrag rondom kabels worden bestudeerd. Dit is veelbelovend voor trekvissen die door een rivier (monding) zwemmen, waardoor het effect van de EMV van de kabel mogelijk te bepalen is.

Voor elasmobranchen is weinig bekend over de levensloop van deze soorten, belangrijke gebieden paai- en opgroeigebieden en migratiegedrag, allen in relatie tot EMV. Dit type onderzoek valt echter buiten de scope van deze notitie omdat het wordt meegenomen binnen het ElasmoPower-onderzoek (zie paragraaf 1.3).

Zeezoogdieren
Het experimenteel vaststellen van dosis-effect-relaties bij zeezoogdieren is complex onderzoek. Het is echter mogelijk om in gecontroleerde omstandigheden experimenten uit te voeren met bijvoorbeeld bruinvissen. Hierbij kan gecontroleerd de dosis-effect-relatie worden bestudeerd. Alternatief kan gedrag het veld worden bestudeerd, bijvoorbeeld door het zenderen van bruinvissen. Beide sporen (experimenteel onderzoek en zenderen) vereisen langdurige en uitgebreide voorbereiding.

Een alternatief voor dit onderzoek is om initieel te focussen op bestaande informatie. Daarbij kunnen de volgende stappen worden voorzien:

1. Literatuuronderzoek naar in de literatuur gepubliceerde dosis-effect relaties.
2. Ecoprofielen rondom de walvissen en dolfijnen van de Noordzee updaten, verspreiding van de soorten, trekroutes en habitatpreferenties hierin meenemen. Een dergelijk ecoprofiel geeft ook inzicht in de populatie-dynamica van de soort.
3. Relaties tussen werkzame kabels in de Noordzee (internationaal) en de verspreiding van walvissen en dolfijnen onderzoeken.
4. Bruinvisstrandingen Europa breed onderzoeken en relatie tot werkzame kabels in kaart brengen.

Voorstel is om stapsgewijs het experimenteel onderzoek en zenderen wel te programmeren, en parallel de meer eenvoudige routes om informatie te verzamelen ook uit te voeren.

Overige soorten ((ongewervelden))
Het is ook van belang om effecten op bentische soorten zoals krab- en kreeftachtigen te onderzoeken. Deze soorten zijn in deze notitie echter niet meegenomen omdat de prioriteit wordt gelegd bij soorten die beschermd zijn vanuit de bestaande wet- en regelgeving, alsmede commercieel beviste soorten. Daarnaast loopt er al onderzoek naar deze soorten in zowel Engeland

bij het St. Abbs Marine Station, als in Frankrijk (Taormina et al. 2019) en de Verenigde Staten zoals het recente onderzoek gefinancierd door het Bureau of Ocean Energy Management (BOEM, 2018).

2.3 Mitigatie mogelijkheden

De effecten van het elektromagnetische veld wat veroorzaakt wordt door werkzame kabels kan op voorhand door allerlei technieken gemitigeerd worden. Doel van dit deel van het onderzoek is deze mitigerende maatregelen breed in kaart te brengen, en om te bepalen welke het waard zijn verder uit te werken. Dit dient te gebeuren in samenhang met andere traceringsprincipes.

Op voorhand kunnen er al een aantal mitigerende maatregelen worden voorzien, zoals:

- Kabel dieper begraven;
- Kabeltunnels;
- Bundelen of juist niet bundelen;
- Andere configuratie van de fases in de kabel (alleen voor AC);
- Gebieden vermijden;
- Oriëntatie kabels aanpassen door deze parallel aan het aardmagnetisch veld te leggen.

Het voorstel is het bovenstaande uit te werken door de mogelijke vormen van mitigatie in kaart te brengen. Deze maatregelen kunnen vervolgens, bijvoorbeeld in een werksessie, beoordeeld worden op haalbaarheid, kosten en effectiviteit. Dit kan worden voorbereid door een schriftelijke ronde met een in te vullen vragenlijst / 'huiswerk'. De mitigerende maatregelen met de hoogste kansrijkheid worden vervolgens gezamenlijk (door diverse stakeholders) uitgewerkt tot bruikbare mitigerende maatregelen voor de verschillende Net op zee projecten.

2.4 Integratie van de kennis

Uiteindelijk moet alle kennis die verzameld is, geïntegreerd worden en bruikbaar worden voor effectbeoordeling. Door dit effectief aan te pakken, kunnen ook effecten van cumulatie beter in beeld worden gebracht. Voorstel is om alle kennis die in voorgaande kennismodules is verzameld, bij elkaar te brengen in een mathematisch model. Met een dergelijk mathematisch model kan het gedrag van organismen onder verschillende omstandigheden, veroorzaakt door de elektromagnetische velden van de kabels, worden gesimuleerd, en ook bijvoorbeeld het effect van diverse kabels (cumulatie). Omdat in het 'ElasmoPower' project er al een dergelijk model voor roggen en haaien wordt gebouwd is het voorstel om in deze kennisintegratie een zeezoogdier als gidssoort te nemen, en wel de bruinvis, omdat hierover al relatief veel bekend is. Een bijkomend voordeel van een model is dat het ook ingezet kan uitgebreid voor andere diersoorten.

Een techniek die hier zich uitstekend voor leent is Individual-Based Modelling (IBM). Dit gaat uit van de populatie (of community) benadering en kan in hoge mate de complexiteit van individueel gedrag en interactie tussen soorten en hun omgeving beschrijven. In IBM worden populaties als een set van individuen gemodelleerd. Elk individu heeft zijn eigen set aan variabelen welke zijn of haar gedrag bepaalt. Te denken valt hierbij aan effect van locatie, fysiologische eigenschappen en gedragseigenschappen. Deze set aan variabelen kan ook door de tijd heen variëren per individu. Ook variabelen als groei, reproductie, habitatselectie, voedsel zoeken en verspreiding kunnen worden meegenomen. IBM zijn 'bottom-up' modellen waarin het uiteindelijke effect op de populatie wordt bepaald door het effect op de individuen.

In onderstaande tabel is weergeven hoe de verschillende onderdelen (bouwstenen en kernmerken) een plek krijgen in dit model.

Tabel 3-1 Onderdelen IBM

Bouwsteen	Kenmerk	Gebruik
Kabels	- Ligging van de kabels - Kenmerken van de kabels - Elektromagnetisch veld veroorzaakt door de kabels - Seizoensvariatie in het elektromagnetische veld	Input
Individueel gedrag	Voedsel verzamelen, reproductie, habitatselectie, etc.	Parameter
Populatie kenmerken	Leefgebied	Parameter
Migratiepatronen	Trekroutes, trekstroken	Parameter
Gevoeligheid	Gevoeligheidskenmerken voor EMF, gedragsrespons	Parameter
Verspreidingsgegevens	Verspreidingskaarten bruinvis	Kalibratie en validatie
Strandingsgegevens		Kalibratie en validatie

Door bij aanvang al te starten met modelbouw wordt samenhang tussen het onderzoek en de modelbouw gegarandeerd (er zit immers een feedback loop in, door het model elke keer bij te werken kan het vervolgonderzoek gestuurd worden).

De rol van TenneT hierbij is dat in monitorings- en evaluatieplannen parameters en effecten worden bestudeerd. Het laten landen van de resultaten in een model, is een rol voor een gespecialiseerd bureau of instituut.

Om deze kennismodules gestalte te geven kunnen deze ingebed te worden in de (voorbereiding van) toekomstige net op zee projecten. De aangrijpingspunten voor deze inbedding worden besproken in het volgende hoofdstuk.

3 Mogelijke inbedding in (toekomstige) projecten

3.1 Projecten Routekaart 2030

3.1.1 Aangrijpingspunten projecten

Er zijn diverse momenten waarop het vraagstuk EMV-mariene ecologie een rol speelt binnen de Net op zee-projecten. Dit kunnen momenten zijn waarop bureau- of veldonderzoek gedaan kan en moet worden en/of momenten waarop in de procedure het onderwerp EMV aan de orde is. Hieronder is een aantal zogenaamde 'aangrijpingspunten' geformuleerd:

1. MER fase 1: effectbeoordeling voor vergelijking van tracé-alternatieven.
2. MER fase 2 en Passende Beoordeling: effectbeoordeling voor het voorkeursalternatief (VKA).
3. Vergunningen (en inpassingsplan): vereisten vanuit diverse vergunningen, o.a. monitoringsplan.
4. Voorbereidende onderzoeken (surveys); deze lopen in de tijd deels parallel aan voorgaande 'aangrijpingspunten'.
5. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan.
6. Testfase: mogelijkheden voor 0-meting of verzamelen velddata kennismodules.
7. Ingebruikname: verzamelen velddata voor monitoringsplan en andere kennismodules.

Het is aan te bevelen om het bovenstaande zo slim als mogelijk te combineren met benodigde 'standaard'-surveys voor een Net op zee-project, waaronder bijvoorbeeld een survey naar de begraafdiepte.

3.1.2 Kenmerken en stand projecten Routekaart 2030

In deze paragraaf vindt een korte analyse plaats van wat er in verschillende projecten speelt: stroomsterkte, van welke voor EMV relevante soorten estuaria (Waddenzee etc.) is sprake binnen het plangebied en welke informatie is er tot op heden in de procedure verzameld.

Tabel 3-1 Overzicht kenmerken Routekaart 2030-projecten

Project	Operationeel in	Capaciteit en stroomsterkte	AC/DC	Meest relevante soorten	Relevante N2000-gebieden / estuaria
HKwB (Beverwijk)	Q4 2026	700 MW en 220kV	AC	Zeezoogdieren en (trek)vissen	Noordzeekustzone
TNW (Eemshaven)	Q4 2027	700 MW en 220kV	AC	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Noordzeekustzone en Waddenzee
IJmuiden Ver Alpha (Borssele)	Q4 2028/ Q1 2029	2 GW en 525kV	DC gebundeld	Zeezoogdieren en (trek)vissen	Voordelta & Veerse Meer
IJmuiden Ver Beta (Maasvlakte)	Q4 2029/ Q1 2030	2 GW en 525kV	DC gebundeld	Zeezoogdieren en (trek)vissen	Voordelta
Versnelling VAWOZ <2030	Voor 2030	Tussen 700 MW/220 kV (AC) en 2 GW / 525 kV (DC)	AC of DC	n.t.b. / afhankelijk van ligging gebied	n.t.b. / afhankelijk van ligging gebied

Inmiddels is of wordt er voor de Routekaart 2030-projecten een milieueffectrapport (MER) en Passende Beoordeling opgesteld. Hieronder zijn in het kort de bevindingen hieruit per project weergegeven. Let wel, deze bevindingen zijn (deels) nog niet formeel gepubliceerd (moment van schrijven maart 2021).

Net op zee Hollandse Kust (west Beta) (HKwB)
Voor Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) is MER fase 1 samen met een integrale effectenanalyse gepubliceerd in februari 2020. Dit MER fase 1 wordt samen met MER fase 2 en met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting eind mei 2021 gepubliceerd. Bij MER fase 2 zijn ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW en een bijlage over elektromagnetische velden opgenomen. Uit deze toetsen blijkt dat bij een rekenstroom van 606 ampère door de AC-kabel op zee het magnetisch veld tot een afstand van maximaal 50 meter in horizontale richting rondom de kabel reikt. Hiermee reikt het veld niet tot in het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied de Noordzeekustzone en zijn er geen effecten op beschermde habitattypen te verwachten.

Voor het bepalen van mogelijke effecten in waterkolom (o.a. barrièrewerking) op (trek)vissen en walvisachtigen wordt in de toetsen de vergelijking gemaakt met de magneetveldsterkte berekeningen van Net op Zee Borssele (rekenstroom 500 ampère AC-kabel). Hieruit blijkt dat ook voor net op zee Hollandse Kust (west Beta) de veldsterktes ook ver onder de gehanteerde grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte blijven. Deze 0,05 µT wordt gehanteerd omdat er deze waarde (gemeten op 300 meter hoogte vanuit een vliegtuig) een grotere kans was op stranding van bruinvissen (Kirschvink, 1990). Het is dus aannemelijk dat bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) veranderingen in het magnetisch veld van deze grote orde kunnen waarnemen. In de toetsen wordt geconcludeerd dat individuele (trek)vissen of bruinvissen (en andere walvisachtigen) mogelijk gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld, maar dat er geen sprake is van een barrière-effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

Bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is (TenneT, 2021).

Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW)
Voor Net op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) is MER fase 1 samen met de integrale effectanalyse gepubliceerd in juni 2020. Momenteel bevindt het project zich in MER fase 2. In deze fase worden de milieueffecten van het voorkeursalternatief nader onderzocht. Het MER (fase 1 en fase 2) wordt samen met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting in februari 2022 gepubliceerd.

Bij MER fase 2 zijn ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW en een bijlage over elektromagnetische velden opgenomen. De effecten hebben vanuit Natura 2000 betrekking op de Waddenzee en Noordzeekustzone. Effecten op de Noordzee zijn daarbij ook voor deze gebieden relevant voor soorten met een groot ruimtegebruik.

Voor de TNW AC-kabel met een stroomsterkte van 600A per circuit is door ENSOL, bij 60% vermogen en ligging op 1m diepte, een magnetisch veld berekend van maximaal 20uT bij een standaard-berekening en 12,5uT bij een gedraaide kabel. Een EMV van 0,05uT bevindt zich op circa 13 meter van de kabel.

De effecten van EMV op zeedieren is in diverse studies onderzocht, maar de gegevens hebben betrekking op een beperkt aantal soorten en de resultaten hiervan zijn veelal niet zonder meer door

te vertalen naar de TNW situatie. Diverse onderzoeken laten ook sterk wisselende resultaten zien. Daarbij is er weinig tot geen onderzoek verricht naar de effecten van AC kabels, waarvan de effecten relevant anders kunnen zijn, gezien het wisselende magnetisch veld. Bovenstaande leidt ertoe dat er nogal wat onzekerheden zijn over de mogelijke effecten van EMV.

De mogelijke relevante effecten van EMV op basis van onderzoek lijken zich vooral toe te spitsen op walvisachtigen en kraakbeenvissen. Zeehonden zijn voor zover bekend weinig gevoelig voor lage waardes van de kabels. Ongewervelden kunnen de lage waarden veroorzaakt door de kabel naar verwachting wel waarnemen, maar uit onderzoek zijn geen fysiologische of gedragseffecten aangetoond bij de berekende waardes voor de TNW kabel.

Warneke (2001) beschrijft een detectierange van zeezoogdieren tussen de 0,03-0,06 µT, met de mogelijkheid dat ze nog lagere waardes kunnen detecteren. Onderzoek door Kirschvink et al. (1986) suggereert tevens dat walvisachtigen kleine geomagnetische variaties kunnen oppikken en kunnen leiden tot gedragsverandering/aanspoelingen. Van bruinvissen is theoretisch afgeleid dat zij gevoelig zijn voor magneetvelden vanaf 0,05 µT (Kirschvink 1990). Dit zou ertoe kunnen leiden dat bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) in delen van het plangebied met een waterdiepte van minder dan 13 meter (Waddenzee, Noordzeekustzone) effecten op het gedrag teweeg kunnen brengen, waaronder vermijding.

Uit onderzoek bij vissen blijkt dat roggen en haaien velden van minstens 25 µT kunnen waarnemen (Hodson 2000; Meyer et al. 2005). Dit sluit niet uit dat lagere magnetische velden niet kunnen worden waargenomen. Voor haaien en roggen zijn ook de door magnetische velden geïnduceerde elektrische velden van belang voor het predator/prooi interacties en mogelijk ook communicatie en navigatie. De elektrische velden van een kabel zijn weliswaar gering, maar sommige soorten kunnen veel lagere waardes waarnemen. Het is dus aannemelijk dat kraakbeenvissen zowel de magnetische als elektrische velden van kabel zullen kunnen waarnemen. Dit kan leiden tot fysiologische en ook gedragsveranderingen, zoals in bepaalde onderzoeken ook is aangetoond, hoewel dit voornamelijk DC kabels betrof. Beenvissen zoals palingen kunnen magnetische velden van ca 5uT waarnemen, het is niet duidelijk in hoeverre dat kan leiden tot gedragsverandering.

Uit bovenstaande analyse blijkt dat veel soorten de magnetische dan wel elektrische velden van de kabel zullen kunnen waarnemen en dat dit bij bepaalde soorten kan leiden tot fysiologische effecten of gedragsveranderingen. In het algemeen zullen de effecten zeer lokaal zijn (enkele tientallen meters) en de effecten in relatie tot het gehele leefgebied van de betreffende soorten op populatieniveau gering. De effecten op de bruinvis zijn in dit kader het meest relevant. Nader onderzoek in onze kustzone is nodig om de effecten beter in beeld te kunnen brengen.

Net op zee IJmuiden Ver Alpha
Voor IJmuiden Ver Alpha is MER fase 1 samen met een integrale effectenanalyse gepubliceerd in juni 2020. Dit MER fase 1 wordt samen met MER fase 2 en met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting in december 2021 gepubliceerd. Bij MER fase 2 worden ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW, een bijlage over elektromagnetische velden en een literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op mariene soorten worden opgenomen. Uit deze toetsen blijkt dat bij een stroom van 1.905 ampère door de DC-kabel op zee het magnetisch veld tot een afstand ongeveer 20 meter in horizontale richting rondom de kabel reikt. Het veld reikt tot in de Natura 2000-gebieden Voordelta en Veerse Meer. Uit de literatuurstudie en berekeningen van de elektromagnetische velden blijkt

dat verschillende soorten vissen, evertebraten en bepaalde zeezoogdieren pas waarden kunnen waarnemen die minimaal een factor tien hoger zijn dan de waarden van het magneetveld van IJmuiden Ver Alpha. Effecten op deze soort(groepen) zijn daarom niet verder beschouwd in de toetsen. Voor de bruinvis (en daarmee andere walvisachtigen en dolfijnen) wordt een grenswaarde van 0,05 µT veld op 300 meter hoogte gehanteerd (gemeten vanuit vliegtuig), waarbij mogelijke effecten kunnen optreden. Het magneetveld van IJmuiden Ver Alpha zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van maximaal 0,0419 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm begraven op 1 m diepte). Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, is het niet aannemelijk dat door de 525kV-kabels verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) optreden. Verdere studies zijn nodig om grenswaardes voor deze soorten duidelijk in beeld te brengen.

Net op zee IJmuiden Ver Beta
Voor IJmuiden Ver Beta is MER fase 1 samen met een integrale effectenanalyse gepubliceerd in juni 2020. Dit MER fase 1 wordt samen met MER fase 2 en met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting in december 2021 gepubliceerd. Bij MER fase 2 worden ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW, een bijlage over elektromagnetische velden en een literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op mariene soorten gevoegd. Uit deze toetsen blijkt dat bij een stroom van 1.905 ampère door de DC-kabel op zee het magnetisch veld tot een afstand ongeveer 20 meter in horizontale richting rondom de kabel reikt. Hiermee reikt het veld tot in Natura 2000-gebied de Voordelta. Uit de literatuurstudie en berekeningen van de elektromagnetische velden blijkt dat verschillende soorten vissen, evertebraten en bepaalde zeezoogdieren pas waarden kunnen waarnemen die minimaal een factor tien hoger zijn dan de waarden van het magneetveld van IJmuiden Ver Beta. Effecten op deze soort(groepen) zijn daarom niet verder beschouwd in de toetsen. Voor de bruinvis (en daarmee andere walvisachtigen en dolfijnen) wordt een grenswaarde van 0,05 µT veld op 300 meter hoogte gehanteerd (gemeten vanuit vliegtuig), waarbij mogelijke effecten kunnen optreden. Het magneetveld van IJmuiden Ver Beta zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van maximaal 0,0419 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm begraven op 1 m diepte). Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, is het niet aannemelijk dat door de 525kV-kabels verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen optreden. Verdere studies zijn nodig om grenswaardes voor deze soorten duidelijk in beeld te brengen.

3.2 Inbedding in projecten

3.2.1 Kennismodules in relatie tot projecten

Deze notitie kan toegevoegd worden als bijlage bij de Passende Beoordeling en MER van de verschillende projecten.

Bij het uitwerken van de eerste twee kennismodules (meten van veldsterktes, kennisontwikkeling soortgroepen) zijn er diverse aangrijpingspunten in de projecten. Deze zijn hieronder beschreven.

Voor het uitwerken van de derde kennismodule (mitigatiemogelijkheden) kan er voor de verschillende projecten een gezamenlijke aanpak opgezet worden. Zie hiervoor paragraaf 2.3.

De vierde kennismodule (integratie van de kennis) reikt ook over de verschillende projecten heen. Paragraaf 2.4 kan de basis vormen voor de invulling, de integratie en beheer van kennis ligt bij institutionele stakeholders (zie ook paragraaf 3.3).

3.2.2 Individuele projecten

De ondergenoemde publicatiedatums is wat op moment van schrijven (mei 2021) verwacht wordt. Het onderstaande is een voorstel en is afhankelijk van de stand van kennis en noodzaak op dat moment. Tevens dient het overlegd te worden met verschillende partijen.

Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)

1. MER fase 2 en Passende Beoordeling wordt ingediend als onderdeel van de ontwerp IP en vergunning Wnb eind mei 2021. De definitieve besluiten worden naar verwachting eind november 2021 gepubliceerd.
2. Vergunningen (en inpassingsplan): vereiste monitoringsplan voortbouwend op het MEP Borssele, HKZ en HKN. Voor HKwB is het waarschijnlijk gericht op: zeezoogdieren, kraakbeenvis (Elasmobranchii), diadrome vis (diverse vissoorten) benthische vis (Pleuronectiformes).
3. Voorbereidende onderzoeken (surveys): nader te bepalen of eventueel kennis aanwezigheid soorten vergroot kan worden.
4. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan. Verwerken eerste resultaten monitoring Borssele (en misschien Hollandse Kust (zuid)).
5. Testfase: nader te bepalen of er mogelijkheden zijn voor 0-meting / meten veldsterkte of verzamelen velddata kennismodules.
6. Ingebruikname: nader te bepalen of het nodig is om velddata te verzamelen voor monitoringsplan en andere kennismodules.

Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden

1. MER fase 2 en Passende Beoordeling wordt ingediend als onderdeel van de vergunningaanvraag Wnb. De ontwerpbesluiten worden naar verwachting in februari 2022 gepubliceerd.
2. Vergunningen (en inpassingsplan): vereiste monitoringsplan voortbouwend op het MEP Borssele, HKZ, HKN en HKwB. Voor TNW is het waarschijnlijk gericht op: zeezoogdieren, kraakbeenvis (Elasmobranchii), diadrome vis (diverse vissoorten) benthische vis (Pleuronectiformes).
3. Voorbereidende onderzoeken (surveys): nader te bepalen of eventueel kennis aanwezigheid soorten vergroot kan worden.
4. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan. Verwerken eerste resultaten monitoring Borssele en misschien Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) en (west Alpha).
5. Testfase: nader te bepalen of er mogelijkheden zijn voor 0-meting / meten veldsterkte of verzamelen velddata kennismodules.
6. Ingebruikname: nader te bepalen of het nodig is om velddata te verzamelen voor monitoringsplan en andere kennismodules.

Netten op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

1. MER fase 2 en Passende Beoordeling wordt ingediend als onderdeel van de vergunningaanvraag Wnb eind augustus 2021. De ontwerpbesluiten worden medio december 2021 gepubliceerd.
2. Vergunningen (en inpassingsplan): vereiste monitoringsplan voortbouwend op het MEP Borssele, HKZ, HKN en HKwB en TNW. Voor IJver is het waarschijnlijk gericht op: zeezoogdieren, kraakbeenvis (Elasmobranchii), diadrome vis (diverse vissoorten) benthische vis (Pleuronectiformes). Hierbij de resultaten van het meten van de veldsterktes van NorNed toevoegen.
3. Voorbereidende onderzoeken (surveys): nader te bepalen of eventueel kennis aanwezigheid soorten vergroot kan worden.
4. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan. Verwerken eerste resultaten monitoring DC-project (NorNed).
5. Testfase: nader te bepalen of er mogelijkheden zijn voor 0-meting / meten veldsterkte of verzamelen velddata kennismodules.
6. Ingebruikname: nader te bepalen of het nodig is om velddata te verzamelen voor monitoringsplan en andere kennismodules.

3.2.3 Versnelling voor 2030 (VAWOZ)

Binnen de verkenning aanlanding netten op zee (VAWOZ) wordt gekeken naar opties voor elektrische aanlanding van extra windenergie op zee voor 2030, d.w.z. extra boven op de Routekaart 2030-projecten. Dit om invulling te geven aan de extra doelstellingen vanuit Europa (Green Deal) voor de vermindering van de CO_2-uitstoot. Om deze projecten voor 2030 te realiseren dient uiterlijk in het derde kwartaal van 2021 een RCR-procedure te starten. Uit de voorverkenning van de VAWOZ is Net op zee IJmuiden Ver Gamma naar voren gekomen als project waarvoor al eerder in 2021 een RCR-procedure gestart kan worden. De verwachting is dat besluitvorming over de uitkomsten van VAWOZ voor de opties voor 2030 in het derde kwartaal 2021 beschikbaar komt. Hierna wordt per project een RCR-procedure doorlopen waarin, op soortgelijke wijze als in deze notitie voor de Routekaart 2030-projecten is beschreven, de kennis over EMV ingebracht en vergroot kan worden.

TenneT wil anticiperen op een toekomstige situatie waarbij meerdere kabelsystemen van verschillende netten op zee naast elkaar liggen. Hiervoor heeft TenneT recent bureauonderzoek laten uitvoeren naar cumulatie van magneetvelden voor een fictieve corridor van vier DC-kabelcircuits samen met vier AC-kabelcircuits (Arcadis, februari 2021). De conclusie is dat er een licht accumulatief effect is, vooral op grote afstand van de kabelsystemen. Op die grote afstand zijn de veldsterkten dan ook zeer laag. Als de meetwaarden op 100 meter afstand en 200 meter worden vergeleken is er vrijwel geen verschil en geen cumulatie.

3.3 Overleg met stakeholders

Deze notitie kan gebruikt worden als basis voor gesprekken tussen verschillende stakeholders. We kunnen ons voorstellen dat hierbij de volgende partijen in beeld zijn:

- WOZEP-RWS, RWS-vergunningverlening en handhaving, RWS-CIV (monitoring van RWS) en LNV vergunningverlening.
- Natuurorganisaties (Verenigd in Stichting de Noordzee).
- Belangenorganisaties visserij (zoals Visserijbond en Visned).

De notitie kan tevens gebruikt worden voor gesprekken met institutionele stakeholders over op welke wijze de kennismodules uitgewerkt en opgezet kunnen worden en wie hierbij verantwoordelijk is voor wat.

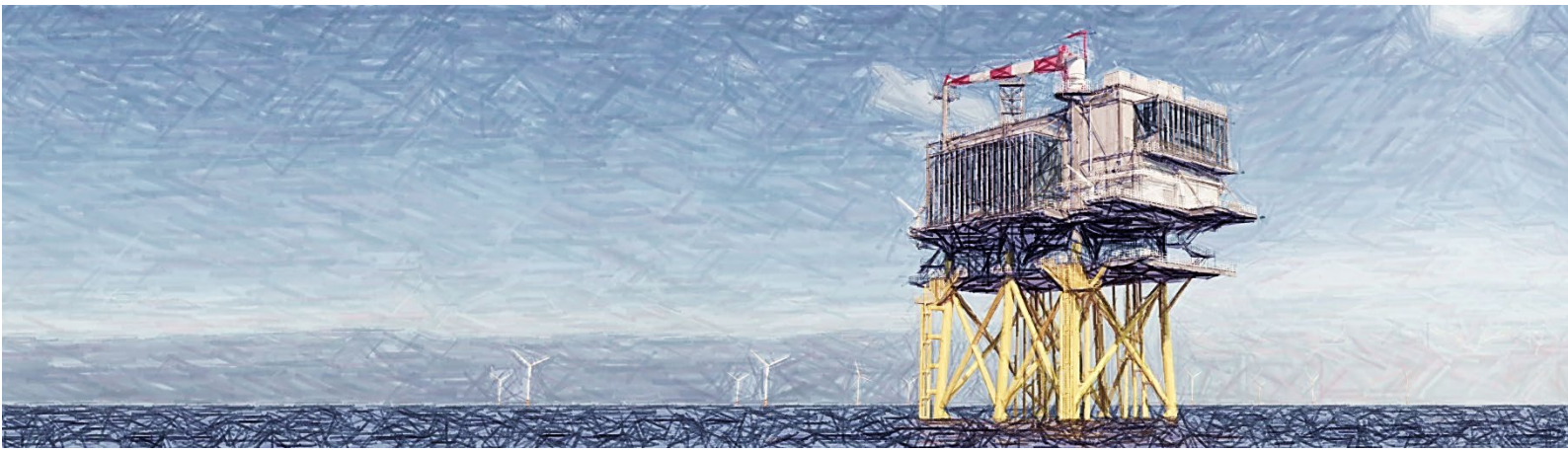
Daarnaast kan informatie uit deze notitie gebruikt worden:

- In gesprekken met individuele stakeholders bij individuele net op zee-projecten, denk aan een lokale of regionale natuurorganisatie of visser.
- Om de netten en Wind op zee-projecten bij het ministerie van EZK via het programmateam Netten op zee te informeren.
- Om de NWEA en individuele windparkeigenaren te informeren.

Bijlagen Aanpak kennisleemten EMV mariene ecologie

NOZ Routekaart 2030

Document te gebruiken als bijlage Passende Beoordeling en MER en als bespreekdocument



Datum: 28-05-2021
Versienummer: 1
Status: def.

In opdracht van van:

INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave 1
Bijlage 1 Gebruikte bronnen 2
Bijlage 2 Uitleg elektromagnetische velden 3
Bijlage 3 Overzicht bestaande kaders wet- en regelgeving 7
Bijlage 4A Tabel overzicht van veldwaardes uit literatuur 11
Bijlage 4B Korte beschrijving effecten EMV per soortgroep uit literatuur 12

BIJLAGE 1 GEBRUIKTE BRONNEN

- DNV-GL, 2015. Magneetvelden Exportkabel PAWP. Meting en berekening magnetische veldsterkten. Rapport nr.: 16-0144 v2a
- Gill, A.B., I Gloyne-Phullips, K.J. Neal, and J.A. Kimber. 2005. COWRIE 1.5 Electromagnetic Fields Review - The Potential Effects of Electromagnetic Fields Generated by Sub-Sea Power Cables Associated with Offshore Wind Farm Developments on Electrically and Magnetically Sensitive Marine Organisms – a Review.
- Gill, A., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. C. (2009). 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. Report by Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Centre for Intelligent Monitoring Systems (CIMS), Centre for Marine and Coastal Studies Ltd (CMACS), Cranfield University, and University of Liverpool, 128.
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J. & Sigray, P. Marine renewable energy, electromagnetic (EM) fields and EM-sensitive animals in Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions (eds. Mark A. Shields & Andrew I. L. Payne) 61–79 (Springer Netherlands, 2014).
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A. B., King, J., & Gibson, C. (2018). Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. Sterling (VA): US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study BOEM, 3.
- Hutchison, Z., Gill, A. B., Sigray, P , King, J.W. (2019). An experimental approach to determine if anguillid eels respond to the electromagnetic field of subsea buried cables. Poster, Conference on Wind and Wildlife 2019.
- Love, M. S., Nishimoto, M. M., Clark, S., McCrea, M., & Bull, A. S. (2017b). The organisms living around energized submarine power cables, pipe, and natural Sea floor in the inshore waters of Southern California. Bulletin, Southern California Academy of Sciences, 116(2), 61-88.

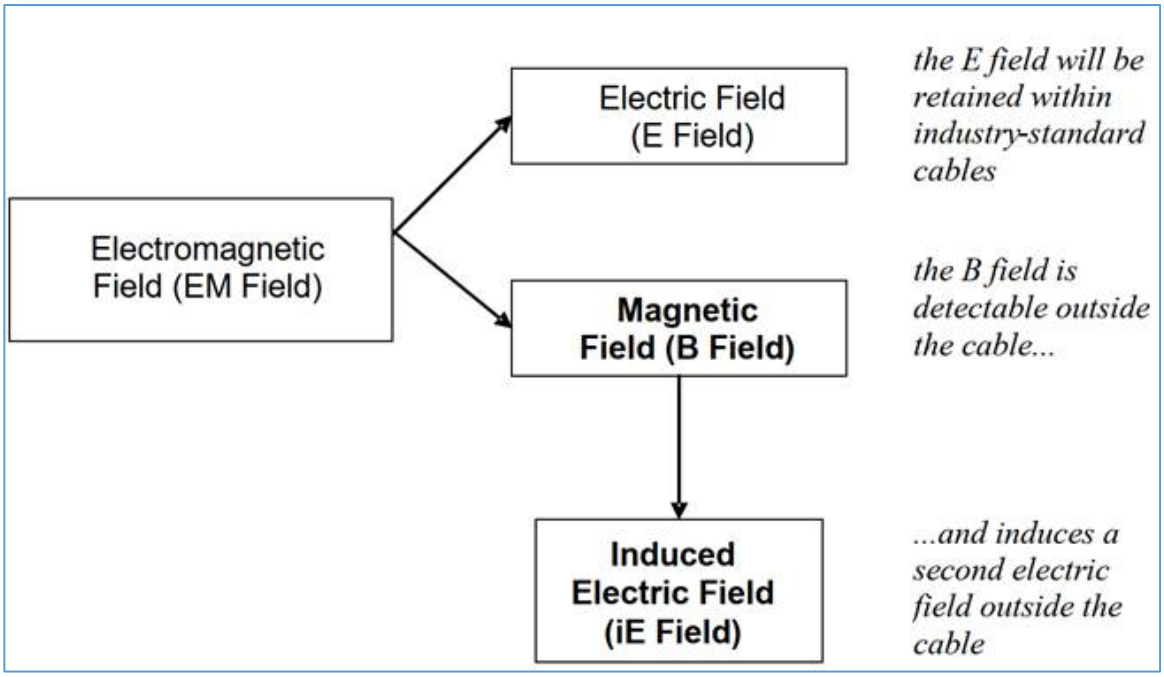
BIJLAGE 2 UITLEG ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Wat zijn elektromagnetische velden

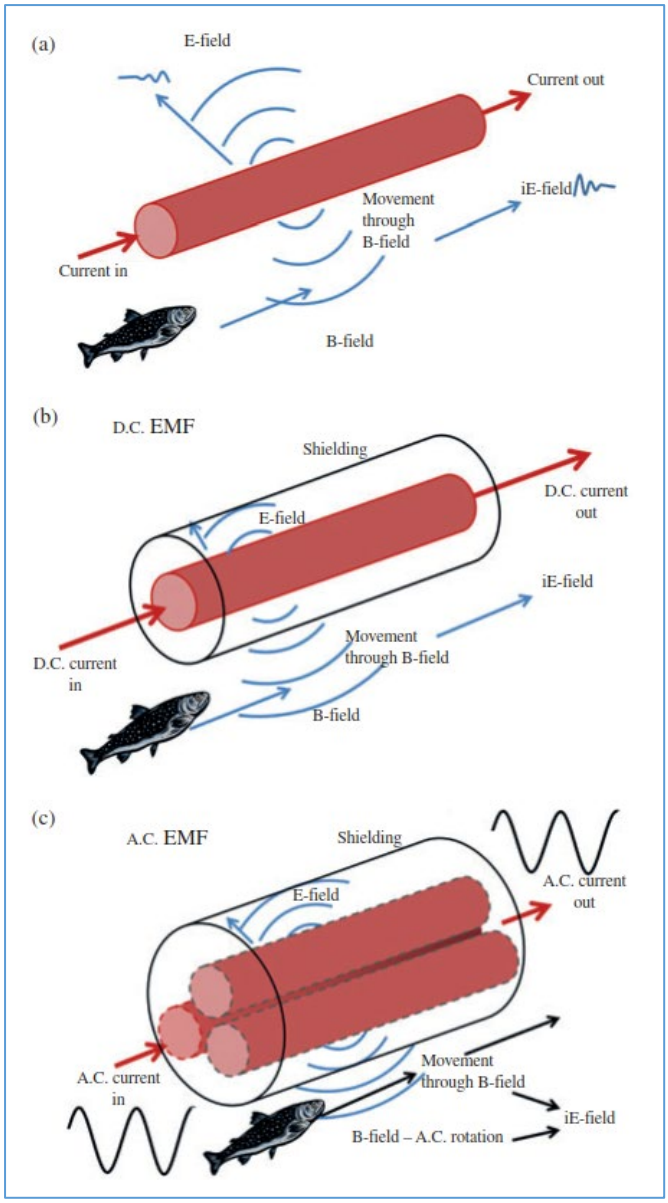
Elektrische en magnetische velden ontstaan bij de elektriciteitsproductie, het transport ervan, de distributie en bij het gebruik van elektriciteit. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Het elektrisch veld hangt samen met de spanning en wordt uitgedrukt in Volt. Het elektrisch veld wordt gemeten in Volt per meter (V/m). Een magnetisch veld ontstaat wanneer er een elektrische stroom loopt. Pas als er stroom door een kabel loopt ontstaat er naast het elektrisch veld ook een magnetisch veld. De magnetische veldsterkte wordt gewoonlijk uitgedrukt in microTesla (µT), een miljoenste deel van de Tesla. De sterkte van de velden is afhankelijk van de aanwezige spanning (elektrisch veld) of de stroomsterkte (magnetisch veld), maar is ook sterk afhankelijk van de afstand tot de bron. Voor elektrische en magnetische velden neemt de veldsterkte snel af wanneer de afstand tot de bron groter is.

Elektromagnetische velden (EMV) zijn overal en maken deel uit van de natuurlijke omgeving van de aarde. De meest dominante natuurlijke EMV's in het mariene milieu zijn het aardse geomagnetisch veld (25–65 µT) en bewegings-geïnduceerde elektrische velden, als gevolg van geleidend zeewater dat door het geomagnetische veld stroomt (Gill et al 2014).

EMV ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel. Het B-veld wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. Door het bewegen van een organisme door het B-veld wordt een elektrisch veld geïnduceerd, het zogenaamde iE-veld (voor meer informatie zie Gill et al 2012 en Snoek et al 2016). De stroomkabel produceren dus een magnetisch (B) veld, en onder bepaalde omstandigheden ook een geïnduceerd elektrisch of iE-veld. Dit is te zien in onderstaande afbeeldingen.



Figuur 1-1 Vereenvoudigd overzicht hoe geïnduceerde elektrische velden geproduceerd worden door AC kabels - bron (Gill et al. 2009)



Figuur 1-2 Overzicht van de elektrische en magnetische velden (EMF) die horen bij een onderzeese kabel. (a) Een schematisch diagram van de elektromagnetische velden die horen bij een niet-afgeschermde kabel (deze worden niet gebruikt door TenneT). (b) Een hoogspanning (HV = High Voltage) gelijkstroom (DC)-kabel met een mantel die het E-directe veld insluit. Het iE-veld wordt door de vis geïnduceerd terwijl deze beweegt door het B-veld. iE-velden worden ook veroorzaakt door water dat door het B-veld beweegt. (c) Een HV-wisselstroom (AC)-kabel toont de drie kernen met de wisselstroom die een typische sinusgolf veroorzaakte die heen en weer gaat door elke kern. Net als bij de DC-kabel, worden iE-velden veroorzaakt door de beweging van water en vissen. Overgenomen uit Gill et al. 2012.

Gelijkstroom en wisselstroom

Er is onderscheid te maken in gelijkstroom (hierna DC)- en wisselstroom (hierna AC)-verbindingen. Wisselstroom wordt voor de netten op zee gebruikt om elektriciteit over relatief korte afstanden (ongeveer tot ca. 120 kilometer op zee) te verplaatsen. De bestaande windparken in de Nederlandse Noordzee zijn momenteel met AC-kabels op de wal aangesloten. De windparken van Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west) en Ten noorden van de Waddeneilanden worden met AC-verbindingen aangesloten.

Gelijkstroom wordt gebruikt om elektriciteit over langere afstanden te verplaatsen (vanaf ca. 120 km). In de Duitse Noordzee is het merendeel van de windparken aangesloten met DC-kabels, en ook de interconnector-kabels die landen verbinden, zoals de COBRA en NorNed, zijn DC. Ook voor de windparken van IJmuiden Ver wordt gelijkstroom toegepast. In de toekomst worden naar verwachting voor de windparken op zee op grotere afstanden van de kust DC-kabels gebruikt zoals gepland voor IJmuiden Ver.

Wisselstroomkabels en gelijkstroomkabels veroorzaken verschillende soorten elektromagnetische velden. Hoe groot dit veld is ter hoogte van het zeebed, hangt onder andere af van de diepteligging van de kabel en de hoeveelheid stroom die door de kabel loopt. Gemodelleerde waarden geven aan dat een wisselstroomkabel van 220kV en 700 MW, zoals gebruikt is bij Borssele, begraven op 1 meter diepte een magneetveld creëert maximaal circa 35 µT boven het aardmagnetisch veld en dat deze vervalt binnen circa 25 meter aan beide zijde tot de achtergrondwaarden van het aardmagnetisch veld. Een gebundelde DC kabel van 525kV en 2GW genereert circa maximaal 35 µT boven het aardmagnetisch veld waarbij de waardes van een ongebundelde kabel wel kunnen oplopen tot twee pieken van circa 360 µT, circa 50 meter uit elkaar (afhankelijk van de begraaf afstand).

Naast AC en DC, de verschillen tussen het magnetisch veld en iE-veld en eigenschappen van de kabel (type, configuratie, begraafdiepte, ontwerp en oriëntatie ten opzichte van het aardmagnetisch veld) is de hoogte van het EMV direct afhankelijk van de hoeveelheid stroom die door de kabel gaat, gebonden aan een maximum wat de kabel kan transporteren, en het ontwerp van de kabel. Deze hoeveelheid getransporteerde stroom is sterk afhankelijk van de hoeveelheid opgewekte stroom, en dus de wind. Dit betekent dat de EMV-niveaus verschillen gedurende de dag maar ook anders zijn per seizoen. In de winter waait het immers meer dan in de zomer. Recente studies geven aan dat met lagere windsnelheden (Beaufort 3-4) EMV waar te nemen zijn tussen de 15-50 meter van de kabel bij een 3-fase 150kV-AC-kabel (Snoek et al. 2020). De verwachting is dat bij hogere windsnelheden en kabels met een hogere spanning (220kV) de reikwijdte van het veld groter zal zijn.

Daarnaast is vaak bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is (TenneT, 2021).

Betekenis EMV voor mariene organismen

Organismen zelf zenden zwakke maar belangrijke bio-elektrische velden uit cellulaire processen en spierbewegingen (Bedore et al 2013). Elektromagnetische zintuigen bij sommige zeedieren zijn zo ontwikkeld zodat deze bio-elektrische velden kunnen worden waargenomen ten behoeve van foerageren (voedsel zoeken) en voortplanting (Newton et al 2019). Magneto-gevoelige dieren reageren op kleine veranderingen in de sterkte, vorm en/of richting van een magnetisch veld (Nordmann et al 2017). Ze gebruiken een magnetisch kompas ten behoeve van migratie over korte en lange afstanden (Lohmann et al 2008). De exacte rol die EMV speelt in de levensloop van EMV-sensitieve soorten is nog voldoende onduidelijk, maar het is duidelijk van fundamenteel ecologisch belang – zie hieronder.

De EMV gegenereerd door de hoogspanningskabels voor de Netten op zee overlappen met de habitat van bentische (op de zeebodem levende) soorten en lijken, op basis van de huidige kennis, van waarneembare grootte. Antropogene (door menselijke activiteiten veroorzaakte) EMV vertegenwoordigen een slecht begrepen, maar potentieel belangrijk en toenemende emissie in het mariene milieu, wat vitale omgevingsfactoren voor EM-gevoelige soorten kan verstoren of maskeren (Hutchinson, 2020). Mogelijke effecten van EMV zijn onder andere:

- effecten op interacties tussen roofdieren en prooien;
- vermijden / aantrekken en andere gedragseffecten;
- effect op de navigatie of oriëntatiemogelijkheden en;
- fysiologische en ontwikkelingseffecten (Taormina et al 2018).

Op het Nederlandse continentaal zijn verschillende hoogspanningskabels aanwezig. Naast de wisselstroom-kabelverbindingen van de windparken van Egmond aan Zee (2007, 34kV-kabels), Prinses Amelia (2008, 22kV-kabels), Luchterduinen (2015, 150kV-kabel), Gemini (2017, 220kV-kabel) en sinds kort Borssele (2020, 220kV-kabels) zijn er ook verschillende interconnector kabels die verschillende landen met elkaar verbinden zoals NorNed (2008, 450kV-gelijkstroomkabel) , BritNed (2011, 450kV-gelijkstroomkabel) en de Cobra Cable (2019, 320kV-gelijkstroomkabel). De EMV die door deze kabels worden gegenereerd liggen zeker in het bereik dat mogelijk een effect heeft op het mariene milieu (Scott et al 2018, Hutchinson et al 2018). Bovendien gaan lagere EMV-sterktes niet noodzakelijk gepaard met minder impact. Zwakke EMV kunnen een belangrijk ecologische signaal zijn, zoals bijvoorbeeld zwakke wisselstroomvelden veroorzaakt door prooien (platvis) en kleine gelijkstroomvariaties in het geomagnetische veld die gebruikt worden voor navigatie tijdens migratie.

Kabels die sterke EMV genereren kunnen mogelijk barrières vormen in migratie en zo de connectie tussen belangrijke foerageer-, paai- en opgroeigebieden verstoren.
Vanuit de literatuur is het te verwachten dat op basis van de gemodelleerde EMV waardes die bij een 220kV AC, dan wel een gebundelde 2 GW DC kabel, maximaal gegenereerd worden de volgende twee effecten het meest waarschijnlijk zijn:

- effecten op interacties tussen roofdieren en prooien;
- vermijden / aantrekken en andere gedragseffecten

De mate waarin er een effect is op interacties tussen roofdieren en prooien, dan wel het vermijden / aantrekken of andere gedragseffecten is niet bekend. Dat de kabels een barrièrewerking veroorzaken lijkt op dit moment onwaarschijnlijk. Effect op de navigatie of oriëntatiemogelijkheden is niet uit te sluiten, maar zal waarschijnlijk optreden bij hogere EMV waardes zoals bij ongebundelde DC kabels. Fysiologische en ontwikkelingseffecten zijn, op basis van de huidige literatuur, alleen te verwachten bij hogere en vooral langdurige constante blootstelling. Deze situatie zal niet voorkomen in het veld op basis van de huidige omstandigheden.

BIJLAGE 3 OVERZICHT BESTAANDE KADERS WET- EN REGELGEVING

Inleiding

Voor de realisatie van windenergie in de aangewezen gebieden zijn de volgende besluiten nodig:

1. Kavelbesluit(en): aanwijzen van kavels voor elk windpark binnen het windenergiegebied. Hierin wordt opgenomen waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden;
2. Net op zee: het vastleggen van de netaansluiting van de windenergiegebieden op het hoogspanningsnet op land. Hiervoor moeten diverse procedures doorlopen worden, inpassingsplannen opgesteld en besluiten van kracht zijn, waaronder ook een Wnb-vergunning.

Evenals als op land is op zee en in de grote wateren de Nederlandse Wet natuurbescherming (Wnb) van toepassing. Binnen de Wnb wordt onderscheid gemaakt tussen de bescherming van soorten en gebieden. In deze wet zijn de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn verankerd. Daarnaast zijn de afspraken uit de Conventie van Bonn (ASCOBANS) en CITES (haakt aan bij Wet Natuurbescherming) van belang. Verder zijn randvoorwaarden uit het OSPAR-verdrag (Oslo Parijs, 1992), het integraal afwegingskader Noordzee (uit het Beheerplan Noordzee 2015) en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) van toepassing. Tenslotte speelt de Kaderrichtlijn Water een rol. Deze kaders, en de relevantie voor EMV, zijn hierna kort toegelicht.

Wet natuurbescherming (Wnb)

Op zee en in de grote wateren is de Nederlandse Wet natuurbescherming (Wnb) van toepassing. In deze wet zijn de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn verankerd. Daarnaast zijn de afspraken uit Conventie van Bonn (ASCOBANS) en CITES (haakt aan bij Wet Natuurbescherming) van belang.

De Wet natuurbescherming regelt de bescherming van:

- Natura 2000-gebieden. Dit zijn speciale beschermingszones op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn . De minister wijst deze gebieden aan.
- Dier- en plantsoorten.

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten, ook voor soorten die niet beschermd zijn (art 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (art 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (art 1.11, lid 3).

Relevantie EMV

In de Natuurbeschermingswet (Nbw)-vergunning voor Net op zee Borssele is een verplichting voor monitoring van EMV voor zeezoogdieren en vissen opgenomen, zie Figuur 2 1. In paragraaf 2.2 is dit monitorings- en evaluatieplan verder toegelicht. Voor de Nbw-vergunning voor Net op zee Hollandse Kust (zuid) is de monitoringsvereiste alleen gericht op vissen, en voor de Wnb-vergunning Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) is de vereiste gelijk aan de formulering van Nbw-vergunning van Borssele. Deze formulering is in onderstaand kader opgenomen.

Monitoring

35. De vergunninghouder legt 8 weken voor de start van de gebruiksfase schriftelijk of per e-mail (nbwetteam@minez.nl) een Monitorings- en evaluatieplanplan ter goedkeuring aan het bevoegd gezag voor. In dit Monitorings- en evaluatieplan wordt vastgelegd op welke wijze en met welke frequentie zeezoogdieren en vissen worden gemonitord. De monitoring heeft als doel om vast te stellen of en zo ja, in welke mate er negatieve effecten op de hiervoor genoemde soortgroepen optreden door elektromagnetische velden van de onderzeese kabels.
36. Het Monitorings- en evaluatieplan geeft verder aan hoe en met welke frequentie de resultaten van de monitoring worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag.
37. Het Monitorings- en evaluatieplan dient te worden bijgesteld indien de tussentijdse resultaten, gelet op het in het voorschrift 35 aangegeven doel, naar het oordeel van het bevoegd gezag daartoe aanleiding geven. Dergelijke tussentijdse wijzigingen behoeven de schriftelijke instemming van het bevoegd gezag alvorens zij worden doorgevoerd.

Figuur 2 Natuurbeschermingswet Net op zee Borssele vergunning artikel 35, (publiekelijk beschikbaar op puc.overheid.nl via https://puc.overheid.nl/natuurvergunningen/doc/PUC_4823_17/1/)

Waterwet

De Waterwet is de basis voor beheer en uitvoering van de belangrijkste watertaken. De Waterwet gaat uit van integraal beheer van het hele watersysteem: het samenhangend geheel van één of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen, met bijbehorende bergingsgebieden, waterkeringen en ondersteunende kunstwerken. De Waterwet vormt de wettelijke basis voor het Nationaal Waterplan (NWP) en Beleidslijn Kust 2015.

Relevantie EMV

In de Watervergunning worden de voorschriften voor de begraafdiepte van de kabels opgenomen, waarbij In de kustzone (tot 3 kilometer van de kustlijn) in principe een diepteliggingseis van 3 meter onder de zeebodem wordt opgelegd en op open zee een diepteliggingseis van 1 m onder de zeebodem (tot -10m LAT). De diepteliggingseis betekent dat de genoemde bodemdekking te allen tijde gewaarborgd dient te blijven.

Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) heeft tot doel Europa's zeeën en oceanen te beschermen en te herstellen. De KRM verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet. De goede toestand van de zee wordt beschreven door elf 'descriptoren'. De KRM kent (nog) geen toetsingskaders.

Relevantie EMV

Geen van de elf descriptoren ziet rechtstreeks toe op EMV. Een (in)direct effect van EMV op een aantal descriptoren kan op basis van de huidige kennis over EMV niet worden uitgesloten. Het gaat om de volgende descriptoren:

- D1 Biodiversiteit: De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.
- D3 Commerciële visbestanden: Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.
- D4 Voedselweb: Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.
- D6 Bodemintegriteit: Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen gewaarborgd zijn en dat met name bentische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.
- D11 Energietoevoer: De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, is op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent. De mariene strategie (deel 1) zegt hierover “Andere vormen van energie betreffen licht (van platforms en windturbines), elektromagnetische straling en warmtestraling. Criteria voor deze vormen van energie zijn er nog niet en daarom zijn hiervoor nog geen goede milieutoestand en milieudoelen geformuleerd. Dat neemt niet weg dat Nederland (vanuit het voorzorgbeginsel) bij vergunningverlening al wel rekening houdt met deze vormen van energie.”

De vraag of en welke gevolgen EMV heeft op de goede milieutoestand kan op dit moment niet worden beantwoord, daarvoor is meer kennis nodig over EMV en de effecten daarvan.

Kaderrichtlijn Water (KRW)

Het Europese Parlement en de Raad van de Europese Unie hebben op 23 oktober 2000 de EU-Kaderrichtlijn Water (KRW) vastgesteld. Het doel van deze richtlijn is om aquatische ecosystemen te beschermen en duurzaam gebruik van water te bevorderen. Verder beoogt de richtlijn grondwaterverontreiniging te verminderen en de gevolgen van zowel perioden van overstroming als perioden van droogte te verminderen. Een belangrijk uitgangspunt van de KRW is het ‘stand still beginsel’. Dat wil zeggen dat na het jaar 2000 geen achteruitgang van de chemische en ecologische toestand van het water mag plaatsvinden. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2018). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

Relevantie EMV

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het ‘Toetsingskader waterkwaliteit’ een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. Daarbij wordt o.a. gekeken naar de biologische kwaliteitselementen (vissen, macrofauna, overige waterflora, fytoplankton), EMV wordt als zodanig niet genoemd in de KRW.

OSPAR

Het OSPAR-verdrag (1972) heeft als doel door internationale samenwerking het maritieme milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (inclusief de Noordzee) te beschermen. Het verdrag heeft als belangrijkste doelstellingen: het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu, het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten (teneinde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden) en het herstellen van aangetaste zeegebieden. Verder streeft het

verdrag naar een duurzaam beheer van het betrokken gebied. Om dit te bereiken nemen de verdragspartijen, afzonderlijk en gezamenlijk, programma's en maatregelen aan en harmoniseren zij hun beleid en strategieën. Daarbij moet een aantal principes worden toegepast:

- Het voorzorgsbeginsel: neem preventieve maatregelen als er een redelijk vermoeden is dat er een nadelige impact op het milieu zal zijn, zelfs al is daar geen bewijs voor;
- Het beginsel de vervuiler betaalt;
- De beste beschikbare technieken, beste milieupraktijk (best practice) en schone technologie aanwenden.

Relevantie EMV
De OSPAR doelstellingen zijn grotendeels bij de KRM ondergebracht. Voor EMV is mogelijk toepassing van het voorzorgsprincipe relevant.

ASCOBANS
Ascobans (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and the North Seas) is een internationale overeenkomst die in 1992 werd gesloten. In februari 2008 kwam er een deel van de Atlantische oceaan bij het verdrag, wat de naam veranderde naar 'Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas'.Met 'Small Cetaceans' worden ook dolfijnen en kleine walvissen bedoeld, inclusief de bruinvissen (deze behoren biologisch gezien tot de familie van de walvissen). In de Nederlandse wateren worden walvissen en dolfijnen beschermd onder de Wet Natuurbescherming, deze omvat alle ASCOBANS-criteria.

Relevantie EMV
Geen apart toetsingskader, alle criteria ondergebracht onder de Wnb.

Noordzeeakkoord

Op 19 juni 2020 heeft het Kabinet het Noordzeeakkoord vastgesteld en aangeboden aan de Tweede Kamer. Het Akkoord bevat de afspraken tussen het Rijk en belangenpartijen. Zoals natuur- en milieubeschermingsorganisaties, de visserij-, energie- en zeehavensector. De afspraken moeten activiteiten en drie transities (natuur, voedsel en energie) op de Noordzee met elkaar in balans brengen. Tot en met 2030 en daarna. Het doel van het Akkoord is een duurzaam gebruik van de Noordzee. Door het beschermen en herstellen van het mariene ecosysteem. De werkgroep Monitoring Onderzoek Natuurversterking en Soortenbescherming (MONS) is opgericht in het kader van het Noordzeeakkoord. De werkgroep zal een monitoring- en onderzoeksprogramma opstellen en daarmee antwoorden geven op de kennisvragen over de Noordzee.

Relevantie EMV
Nagaan of deel van de kennisvragen over EMV afgestemd en/of ondergebracht kunnen worden bij MONS.

BIJLAGE 4A TABEL OVERZICHT VAN VELDWAARDES UIT LITERATUUR

Overzicht wetenschappelijke kennis veldwaardes en effecten ecologie

Er zijn rekenmodellen die relatief accuraat de EMV kunnen voorspellen. In Nederland zijn deze modellen gebaseerd op de EMV rekenregels van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Deze regels zijn echter gericht op EMV op land, en er zijn weinig offshore velddata beschikbaar om deze modellen te valideren. Er is (recent) een aantal studies afgerond die een eerste inzicht geven in de veldwaardes van offshore EMV. Het is belangrijk om op te merken dat deze data voornamelijk bij lage windsnelheden zijn verzameld door de beperkingen rond werken op zee met hogere golven.[1] Daarnaast missen veel benodigde gegevens zoals begraafdiepte van de kabel, windsnelheden/ stroombelasting tijdens de metingen, en details over het ontwerp van de desbetreffende kabel. Voorbeelden van onderzoeken met EMV-velddata zijn weergeven in de tabel in deze bijlage. Hoewel deze tabel een overzicht geeft van de gemeten waardes zijn de verschillende meettechnieken niet in alle gevallen direct vergelijkbaar. Het is voor vergelijkbaarheid van belang dat er een gestandaardiseerde meettechniek wordt vastgesteld.

Tabel Overzicht gemeten EMV-niveaus uit literatuur

Auteurs	Absolute EMV niveau	EMV niveau boven achtergrond	Kabelspecificaties	Omgevingsdata	HVAC/HVDC
(Snoek et al., 2020)	- OWEZ 0.04 to 0.052 µT - PAWP 0.046 µT to 0.071 µT - LUD 0.0363 µT to 0.0356 µT	- OWEZ 0.008 tot 0.02 µT (a = 0.0325 µT) - PAWP 0.015 µT tot 0.039 µT (a = 0.0325 µT) - LUD 0.004µT (a = 0.032 µT)	3-phase - OWEZ 34 kV | 108 MW - PAWP 150 kV | 120MW - LUD 150 kV | 129 MW	Wind 3/4 bft, begraafdiepte circa 1.5 tot 2m	HVAC
(Thomsen et al., 2016)	niet beschreven	- Wind turbine 0.3 mV/m en 0.004 µT (interarray cable) (a = 0.8 µV/m en 0.14 µT) - 1.5 mV/m en 0.0017 µT (export cable) - op afstand 15 meter	3-phase	51±9 A, 50 Hz export kabel, 70 A bij export cable, gemeten in Thorntonbank *Wind Farm*, begraafdiepte en windsnelheid niet beschreven, achtergrond gemeten op land	HVAC
(Gill et al., 2009)	- maximaal 0.6 µT, genormaliseerd naar 100 A 0.23 µT en 30µV/m, 15µV/m op 150 meter (Burbo) - maximaal 110µV/m (North Hoyle) (maar invloed van andere EMV bronnen) - maximaal 8 µT en iE 2.2 µV/m (Ardtoe)	niet beschreven	36 kV	Data genormaliseerd naar 100 A, data verzameld bij npower at North Hoyle and SeaScape Energy at Burbo, begraafdiepte circa 1m	HVAC
(Hutchison et al., 2018)	niet samengevat, zie tabel 3.4 in rapport	- 0.4-18.7 µT DC en 0.15 µT en 0.7 mV/m AC (unexpected) (CSC) - 1.3-20.7 µT DC en 0.04 µT en 0.4 mV/m AC (unexpected) (Neptune Cable)	- CSC 300 kV | 330 MW max current 1175 A - Neptune cable 500 kV | 660 MW	Boven achtergrond niveau, reikwijdte EMF boven achtergrond tot 5-10m van de kabel voor DC en 100m voor AC, CSC begraafdiepte 2m, NC begraafdiepte 1.2 tot 1.8m, achtergrond 51.3 µT.	HVDC
(DNV-GL, 2015) geciteerd in Snoek et al., 2020	- 0.125 µT tot 3.2 µT op 2m - 6.54 µT op 0.5m	niet beschreven	PAWP 3-phase 150 kV | 120MW - 436 A - 432 A	Export kabel PAWP, 50 hz	HVAC
(Love et al., 2017)	- 107.6 µT ± 36.6 (kabel met stroom) - 0.5 µT ± 0.6 (kabel zonder stroom)	niet beschreven	35 kV Kabel niet begraven, reikwijdte EMF boven achtergrond tot 1m van de kabel	Gemeten op 0, 0,5 en 1m van de kabels die offshore olie platformen van stroom voorzien bij Las Flores Canyon, southern California	HVAC

* a = achtergrond

[1] De hoogte van EMV is direct afhankelijk van de hoeveelheid getransporteerde stroom die sterk afhankelijk is van de hoeveelheid opgewerkte stroom, en dus de wind. Dit betekent dat de EMV-niveaus verschillen gedurende de dag maar ook anders zijn per seizoen. In de winter waait het immers meer dan in de zomer.

BIJLAGE 4B KORTE BESCHRIJVING EFFECTEN EMV PER SOORTGROEP UIT LITERATUUR

Er zijn verscheidene studies gedaan over verschillende soortgroepen met betrekking tot elektromagnetische velden, hieronder is een kort overzicht gegeven van de recente bevindingen per soortgroep.

Schaal en schelpdieren (elektromagnetische velden)
Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al. (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Andrew B Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) werd het ruimtelijke gedrag en de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 µT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51,3 µT) van een gelijkstroomstroomkabel (330 MW, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018a). De kreeften die in een omheining van 5 x 3,5 x 2,5 meter werden geplaatst op de ingegraven stroomkabels lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van 0,4 µA/cm^2 (Snoek et al., 2016).

Bentische en demersale vissen (elektromagnetische velden)
Er zijn vier belangrijke effecten van elektromagnetische velden op vissen geïdentificeerd (Snoek et al., 2016). Dit zijn effecten op:
1. Gedragsmatige reacties en bewegingen (aantrekking en vermijding);
2. Navigatie- en migratiegedrag;
3. Interacties tussen prooi en predator en verspreiding van prooi; en
4. Fysiologische, embryonale en cellulaire ontwikkelingen.

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium

(Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen, waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol, komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 µT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een magnetisch veld van een wisselstroomkabel (115 kV, geen magneetveldsterkte genoemd) passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Pelagische vissen (magnetische velden)
Zoutwatertrekvissen kunnen mogelijk effecten ondervinden van magnetische velden. Beschermde of gevoelige soorten die belangrijk zijn voor de Noordzee zijn fint (*Alosa fallax*), elft (Alosa alosa), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), houting (*Coregonus oxyrunchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio)*. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam. Dit zijn elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is geen informatie over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Van soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 µT kan waarnemen (A.B. Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn en dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015).

Elasmobranchen (elektrische velden)
Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai, is bekend dat deze elektrische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze door een veld van 5 Hz bij een spanningsgradiënt van 0.01 µV/cm (volt per centimeter) zwom (Fisher & Slater, 2010). Een experiment van (Gill et al., 2009) heeft aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, en kan er niets gezegd worden over de effecten van elektrische velden op soortniveau. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor magnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al. (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven gelijkstroomkabel sterke gedragsverandering vertoonde ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het magnetisch veld hoger was dan 52,6 µT, zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren. Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen (Newton et al., 2019) en is kabelbijten (het stukbijten van kabels op de zeebodem) van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren (magnetische velden)
Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Zeehonden zijn lichamelijk niet in staat EMV waar te nemen omdat er geen aanwezigheid is van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen. Hierdoor worden zeehonden niet verder meegenomen in deze analyse.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae)*, gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger *et al.* (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann *et al.* (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking.

Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 µT, zoals beschreven in Normandeau et al., (2011) en Snoek et al., (2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In Kirschvink (1990), waar deze data vandaan komen, is gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeldt Snoek et al. (2016) dat het ook mogelijk is dat de bruinvis geen last heeft gehad van fluctuaties in magnetisch veld, maar dat het komt door de morfologie van de zeebodem. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*),

witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Er is op 350-400 meter hoogte gemeten. Hieruit bleek dat veranderingen van 0.05 µT (op deze hoogte) in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent dat als de veldsterkte op de zeebodem ertoe leidt dat er 0.05 µT gemeten wordt op een hoogte van 350-400 meter, deze dieren verstoord zouden raken. Is het magneetveld zwakker, dan is er geen effect aantoonbaar. Alleen voor de gewone dolfijn en tuimelaar zijn aanwijzingen gevonden dat ze op magneetvelden kunnen reageren, voor de rest van de soorten is nog een kennisleemte (Zoeger et al., 1981). Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van magnetische velden.

Conclusie
Uit bovenstaande informatie blijkt dat er aanwijzingen zijn dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee en de grote wateren, wel diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. De mate van kennis verschilt per diergroep. Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaardes. Veel onderzoeken in deze bijlage spreken over waardes van boven de 1.000 µT. Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter in de zeebodem).

Over de effecten op de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, er zijn nog veel kennisleemtes over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Bij slechts een enkele soort (tuimelaar en gewone dolfijn) zijn aanwijzingen voor gevoeligheid voor magnetisme. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 µT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch sterk afneemt naarmate de afstand tot de kabel toeneemt, zal deze waarde van 0.05 µT niet bereikt worden op 350-400 meter hoogte met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. Verder onderzoek is echter nodig om de effecten op zeezoogdieren door elektromagnetische velden vast te stellen en in te kaderen zodat er grenswaardes voor gevoeligheid voor EMV kunnen worden vastgesteld.

IJmuiden Ver

Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie TenneT

26 juli 2021

Contactpersoon

DR. M.C. VAN ESSEN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

2 Uitgangspunten 6

2.1 2*2 – configuratie 6

2.2 Berekening magneetveld 6

2.3 Belasting 6

3 Resultaten 7

DMR 10% (onbalans / asymmetrie) 7

Kabeldiameter 150 mm 7

Kabeldiameter 185 mm 8

DMR 100% (storing / onderhoud: monopoolbedrijf) 9

Kabeldiameter 150 mm 9

Kabeldiameter 185 mm 10

Bijlage 1: Magneetveldprofielen DMR 10% (onbalans / asymmetrie) 11

Kabeldiameter 150 mm 11

Begraafdiepte –1 m 11

Begraafdiepte –1,5 m 15

Begraafdiepte –3 m 19

Begraafdiepte –5 m 23

Kabeldiameter 185 mm 27

Begraafdiepte –1 m 27

Begraafdiepte –1,5 m 31

Begraafdiepte –3 m 35

Begraafdiepte –5 m 39

Bijlage 2: Magneetveldprofielen DMR 100% (storing of onderhoud: monopoolbedrijf op half vermogen) 43

Kabeldiameter 150 mm 43

Begraafdiepte –1 m 43

Begraafdiepte –1,5 m 47

Begraafdiepte –3 m 51

Begraafdiepte –5 m 55

Kabeldiameter 185 mm 59

Begraafdiepte –1 m 59
Begraafdiepte –1,5 m 63
Begraafdiepte –3 m 67
Begraafdiepte –5 m 71

Colofon **75**

1 Inleiding

In het kader van het project IJmuiden Ver worden DC-kabelverbindingen over de zeebodem gelegd om de windmolenparken IJmuiden Ver Alpha en Beta aan te sluiten op het hoogspanningsnet op land.

Deze kabelverbindingen veroorzaken (DC-)magneetvelden. In een eerder rapport[1] zijn berekeningen opgenomen voor de gebundelde configuratie: De plus- en minkabel liggen tegen elkaar aan (horizontaal) en voeren beide 100% van de stroom. De *Dedicated Metallic Return* (DMR; een meegevoerde retourkabel) voert daar geen stroom.

Het voorliggende rapport beschouwt een specifieke “2*2-configuratie”: hierbij ligt de DMR op enige afstand (5 m) van het plus- en minkabelcircuit en voert retourstroom. Een glasvezelkabel loopt ook met de DMR mee. Dit resulteert in twee setjes van twee kabels, hetgeen de naam “2*2-configuratie” verklaart. De glasvezelkabel voert uiteraard geen stroom.

Twee hoofdsituaties worden beschouwd: In de eerste is sprake van een asymmetrie of onbalans in de converters. Als gevolg hiervan voert de DMR 10% van de totale retourstroom.
In de tweede is sprake van onderhoud of storing: De min-kabel voert geen stroom; de DMR voert 100% van de retourstroom.

Het voorliggende rapport berekent voor elk van deze twee hoofdsituaties verder twee kabeldiameters, vier begraafdiepten en acht meethoogten dit magnetisch veld in µT (totaal 128 berekeningen).

In de bijlagen zijn laterale magneetveldprofielen toegevoegd.

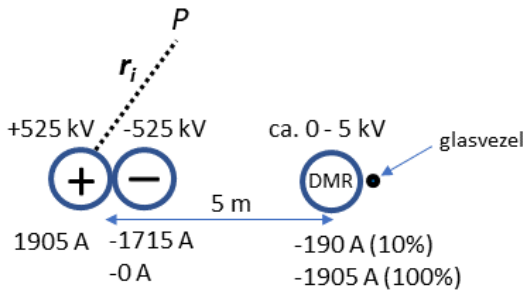
Dit rapport geeft alleen getalswaarden voor het magneetveld. Er vindt geen toetsing / oordeelsvorming plaats.

[1] Essen M.C. van, “*IJmuiden Ver: magneetvelden zeekabel*”, Arcadis, 30 december 2020

2 Uitgangspunten

2.1 2*2 – configuratie

De beschouwde 2*2 – configuratie is afgebeeld in onderstaande Figuur 1:



*Figuur 1: beschouwde 2*2 – configuratie*

De plus- en minkabels liggen tegen elkaar aan. De harten zijn 1 kabeldiameter van elkaar verwijderd. De DMR ligt op 5 m afstand van het centrum van het plus-minkabelkoppel. Hier ligt de glasvezelkabel tegenaan, welke echter geen rol speelt in de magneetveldberekeningen aangezien deze geen stroom voert.

De berekeningen worden uitgevoerd voor 2 kabeldiameters: 150 mm en 185 mm buitendiameter. Deze diameter bepaalt hoe ver de harten van de plus- en minkabels gescheiden zijn. Een grotere buitendiameter resulteert in het algemeen in een hoger magneetveld.

Verder worden voor vier begraafdiepten (1 – 1,5 – 3 – 5 m) de velden boven de zeebodem uitgewerkt.

2.2 Berekening magneetveld

Het veld in het observatiepunt *P* (zie Figuur 1) op basis van stromen door *n* oneindig lange geleiders wordt berekend door:

$$\vec{B}(P) = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{i=1}^{n} \frac{\vec{I}_i \times \vec{r}_i}{r_i^2} \qquad (1)$$

Hierin is I_i de stroom(vector) door de *i*-de geleider en r_i de afstandsvector tussen de *i*-de geleider en het observatiepunt *P*. Tenslotte is $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H / m de permeabiliteit van het vacuüm. Het observatiepunt ligt op 1 – 3 – 5 – 10 – 15 – 20 – 25 – 40 m (8 varianties) boven de zeebodem

2.3 Belasting

Onbalans / asymmetrie:

De DMR voert 10% van de nominale retourstroom. Uitgaande van 2 GW vermogen (in normaal bedrijf) geldt dat de pluskabel op een spanningsniveau van +525 kV 1905 A voert en de minkabel op een spanningsniveau van –525 kV 90% van –1905 A = –1715 A. De DMR voert 10% van de retourstroom: –190 A.

Storing / onderhoud (monopoolbedrijf, half vermogen):

De minkabel is buiten bedrijf en voert geen retourstroom. De DMR voert 100% van de retourstroom. Het getransporteerde vermogen is hierbij de helft van normaal bedrijf, t.w. 1 GW, aangezien de retourstroom op een spanningsniveau van '0' kV[2] wordt gevoerd.

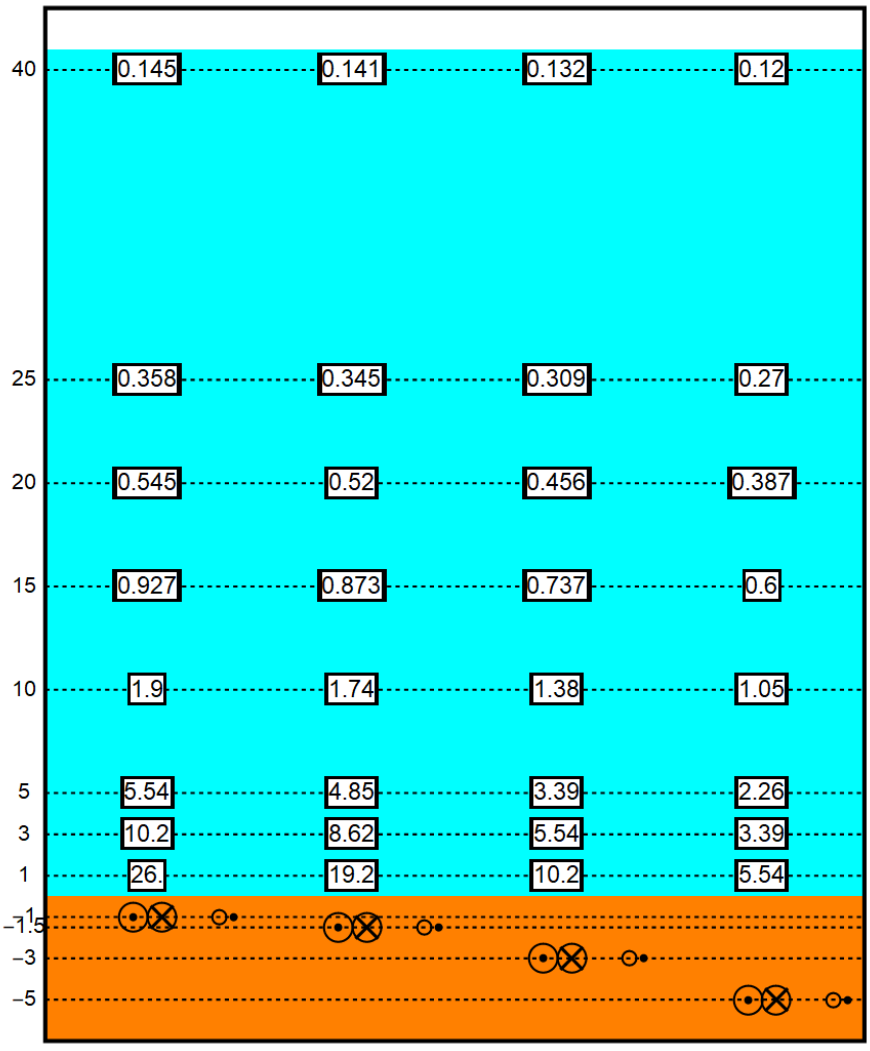
[2] De DMR kan een spanning van ca. 5 kV hebben

3 Resultaten

Dit hoofdstuk toont in navolgende vier diagrammen voor alle 128 beschouwde situaties de maxima van de magneetveldprofielen (zie Bijlagen 1 en 2). In het algemeen liggen deze maxima tot enkele meters verschoven uit het hart van het plus-minkabelkoppel richting de DMR.

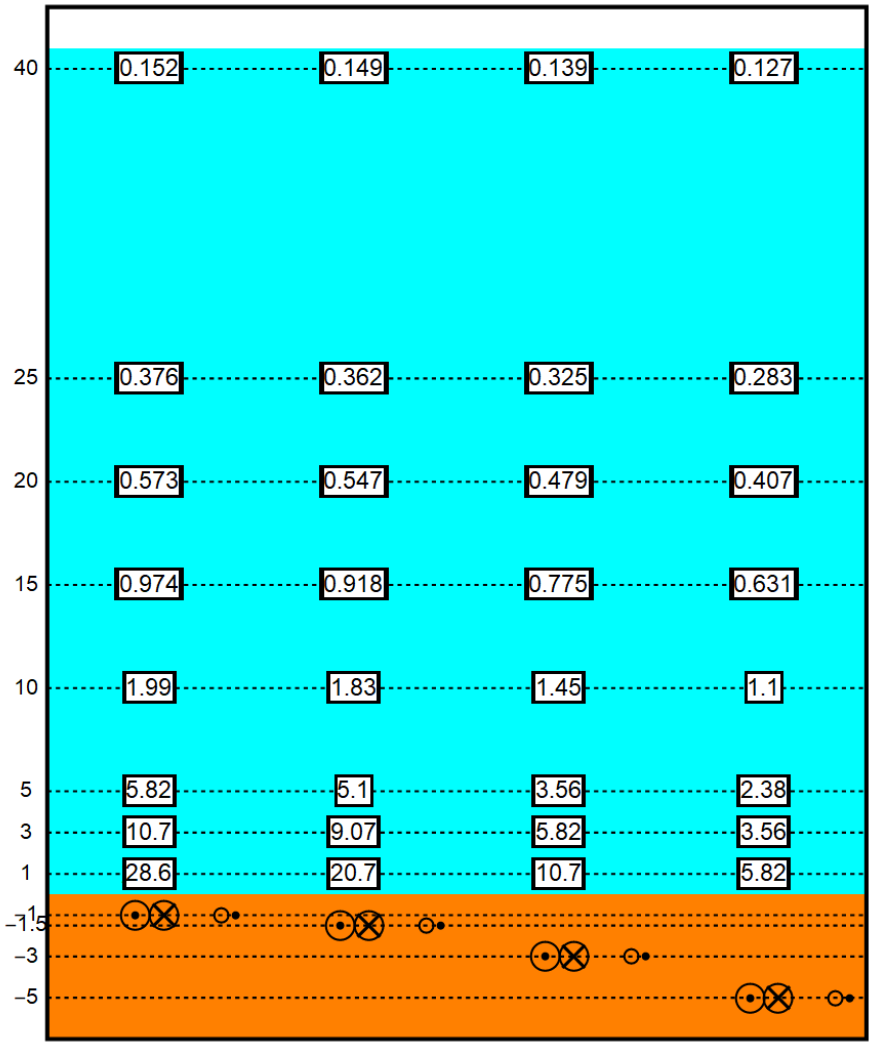
DMR 10% (onbalans / asymmetrie)

Kabeldiameter 150 mm



*Figuur 2: Magneetvelden (µT) met 10% retourstroom door DMR in de 2*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 150 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m*

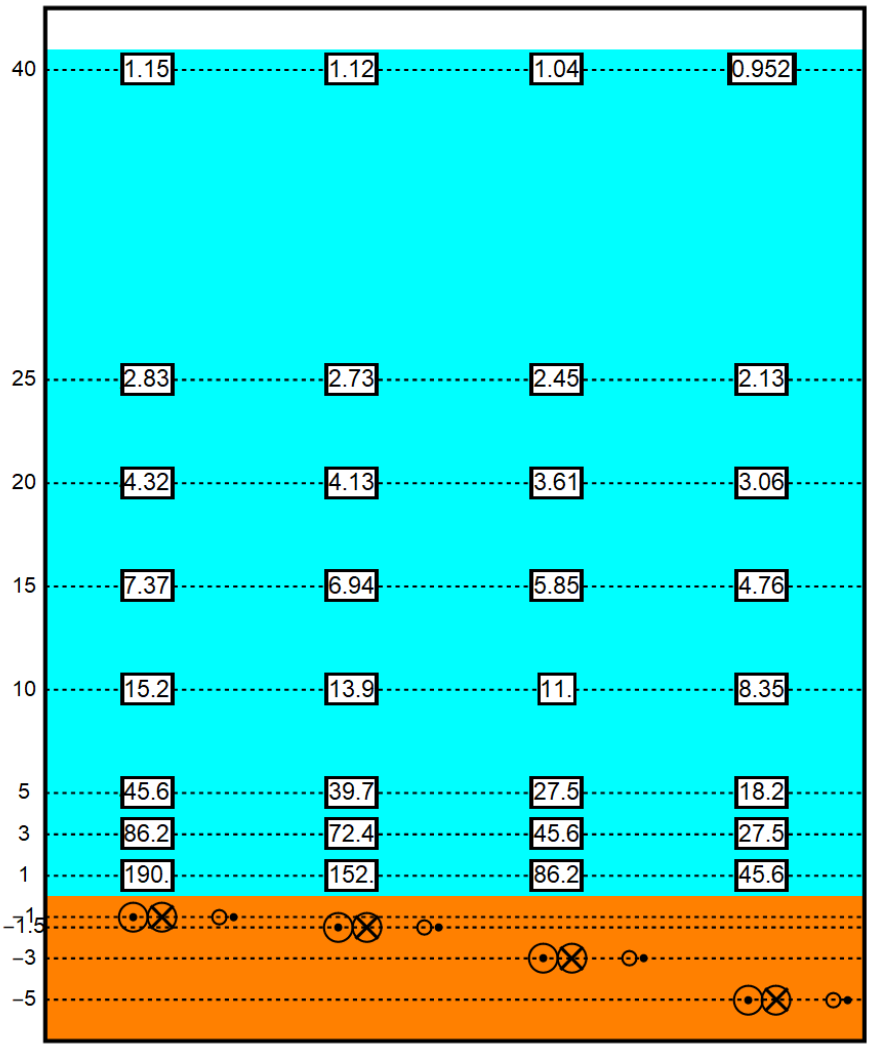
Kabeldiameter 185 mm



*Figuur 3: Magneetvelden (µT) met 10% retourstroom door DMR in de 2*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 185 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m.*

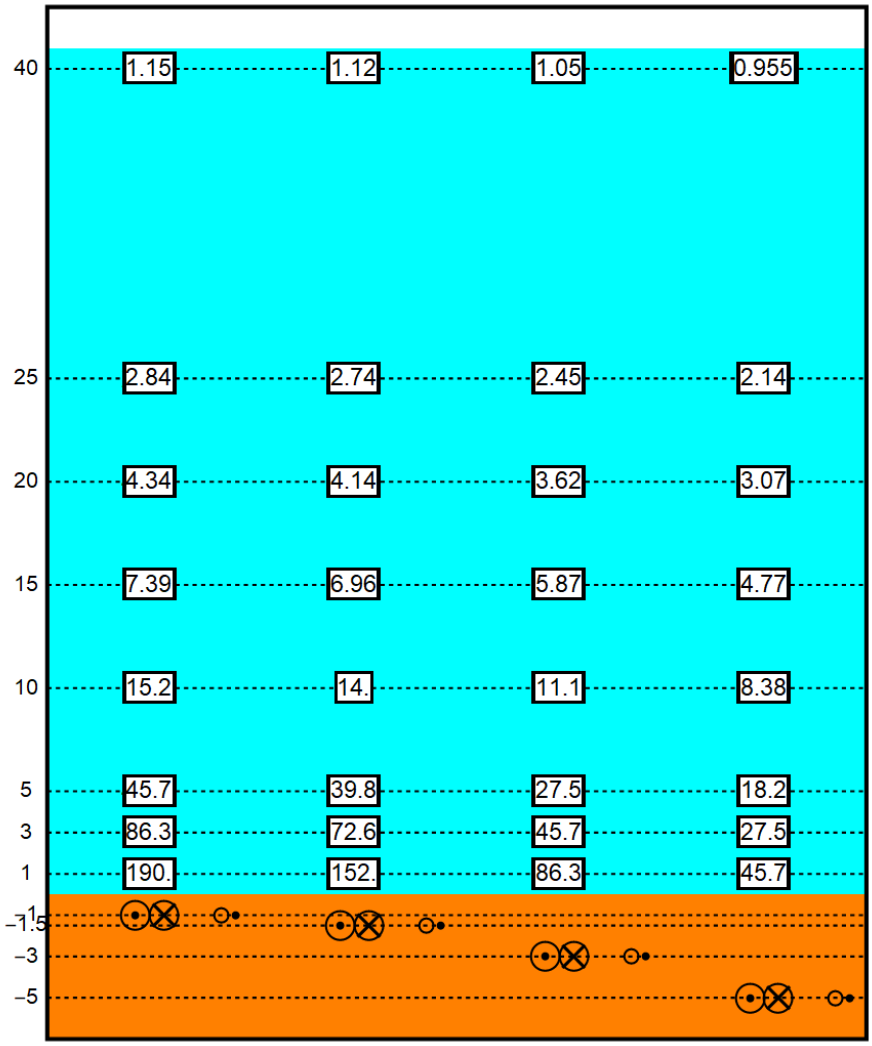
DMR 100% (storing / onderhoud: monopoolbedrijf)

Kabeldiameter 150 mm



*Figuur 4: Magneetvelden (µT) met 100% retourstroom door DMR in de 2*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 150 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m.*

Kabeldiameter 185 mm



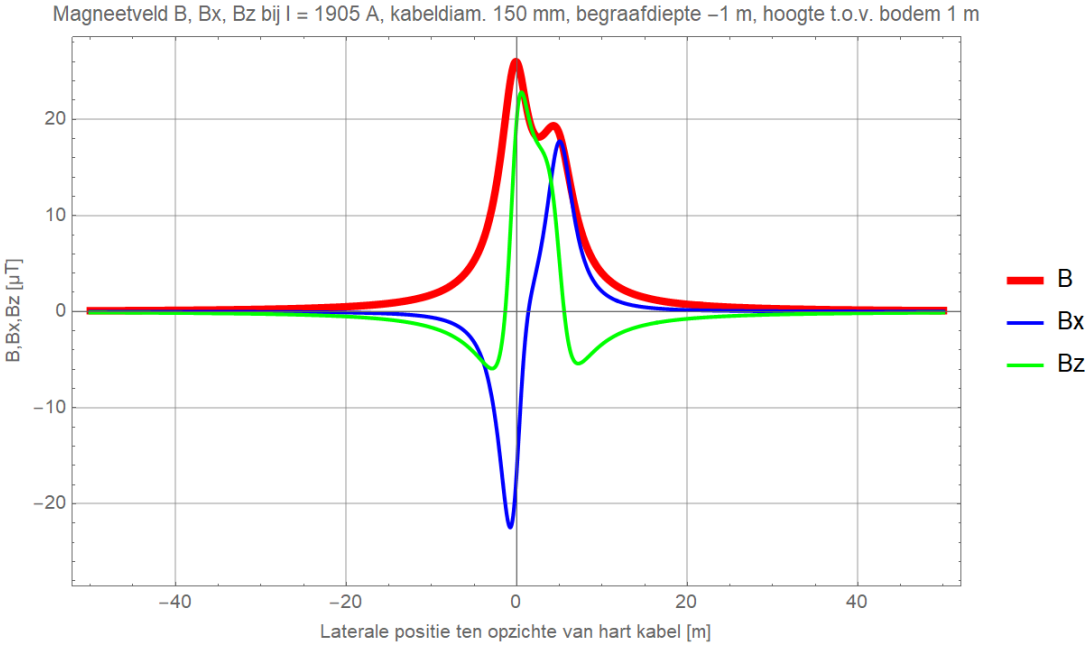
*Figuur 5: Magneetvelden (µT) met 100% retourstroom door DMR in de 2*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 185 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m.*

Bijlage 1: Magneetveldprofielen DMR 10% (onbalans / asymmetrie)

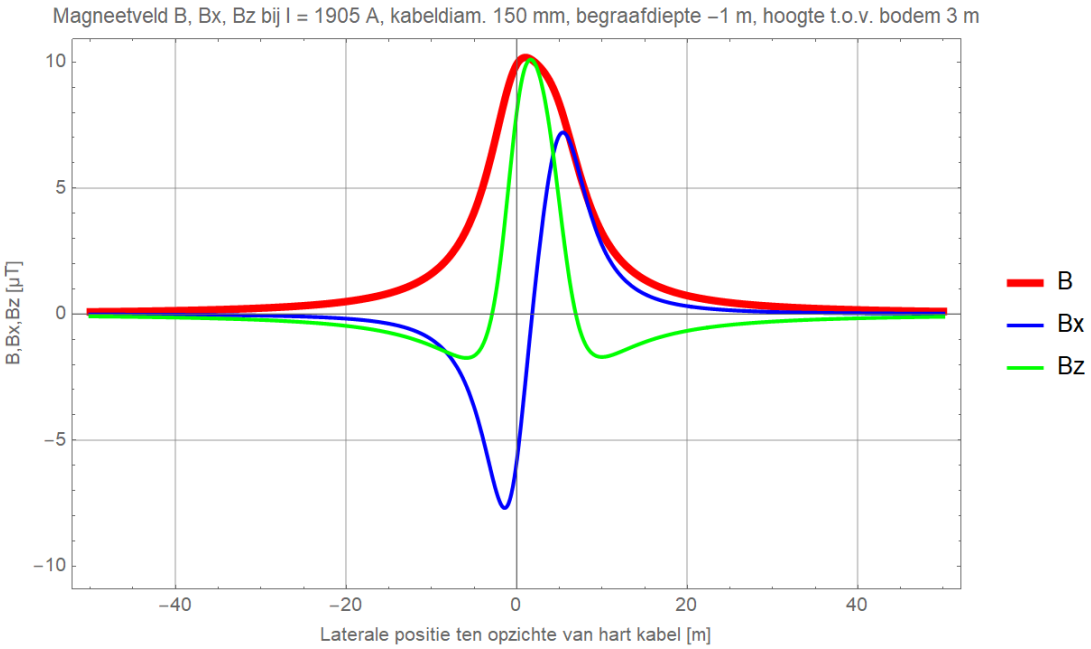
In onderstaande figuren geldt *x* = 0 voor het midden van het plus-minkabelkoppel.

Kabeldiameter 150 mm

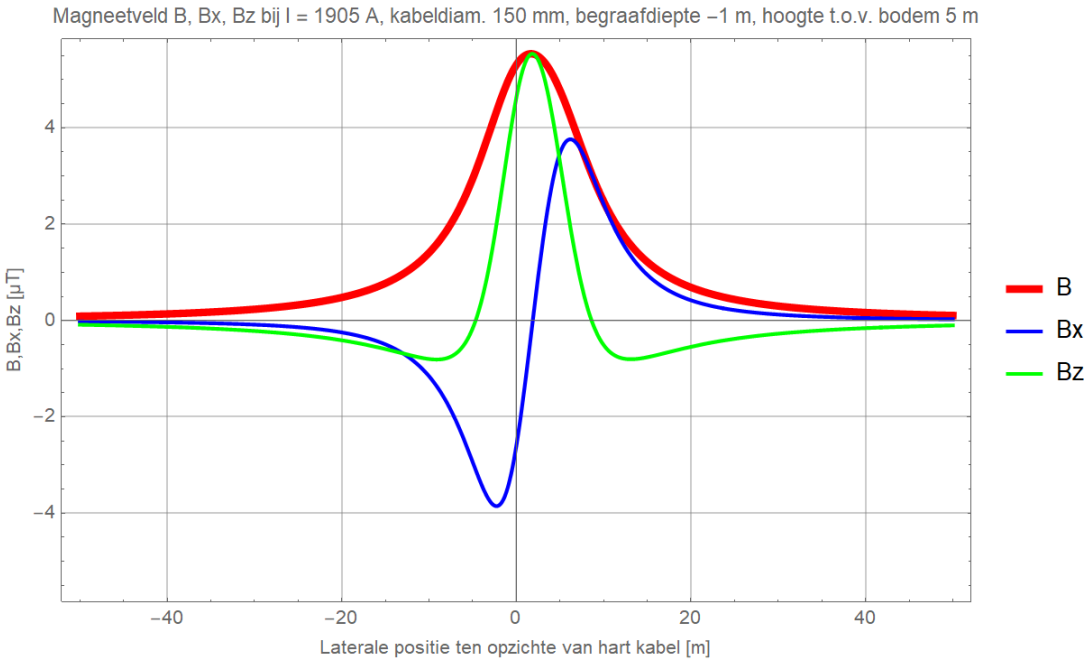
Begraafdiepte –1 m



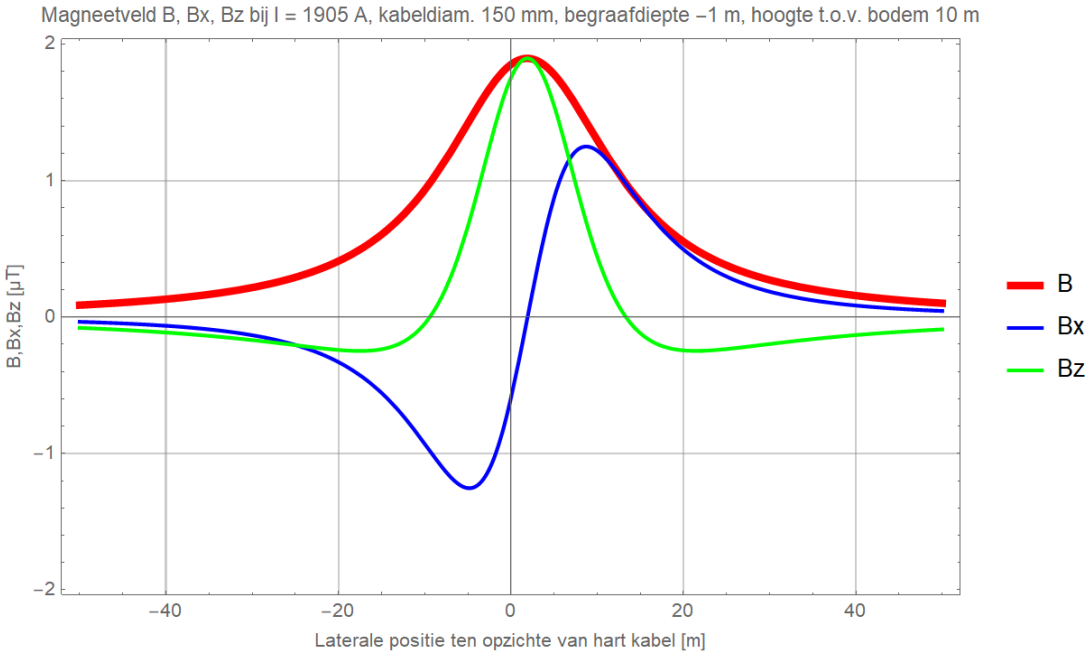
Figuur 6 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



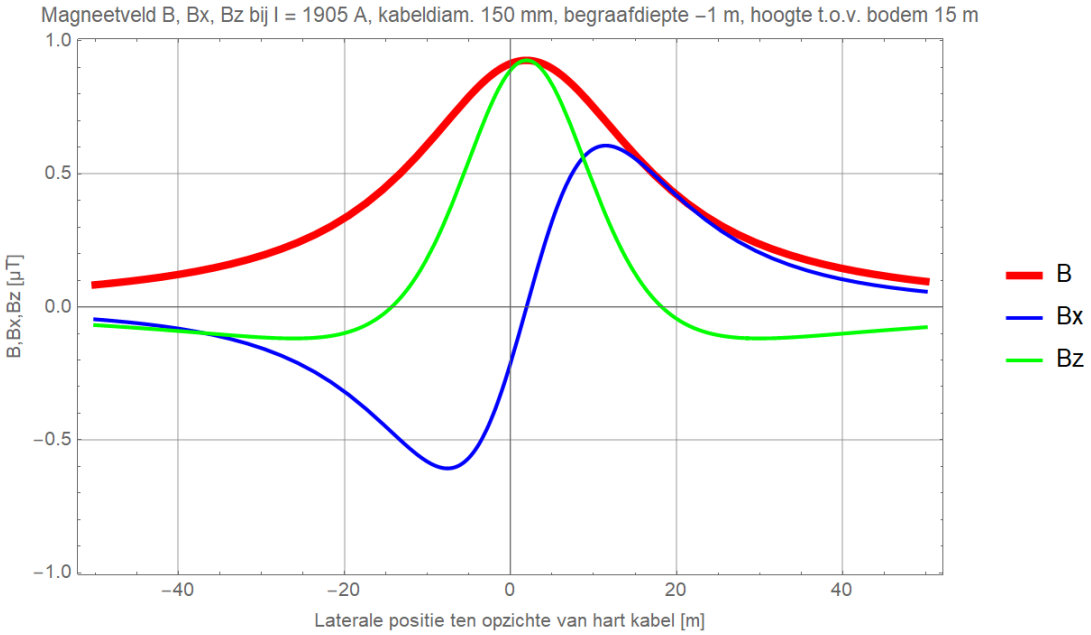
Figuur 7 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



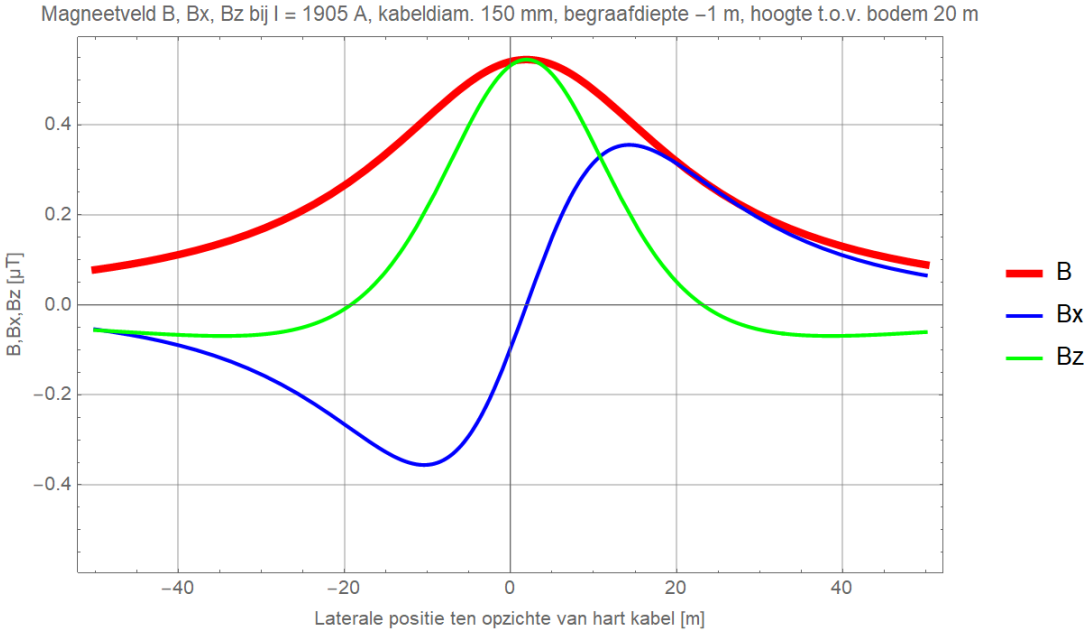
Figuur 8 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



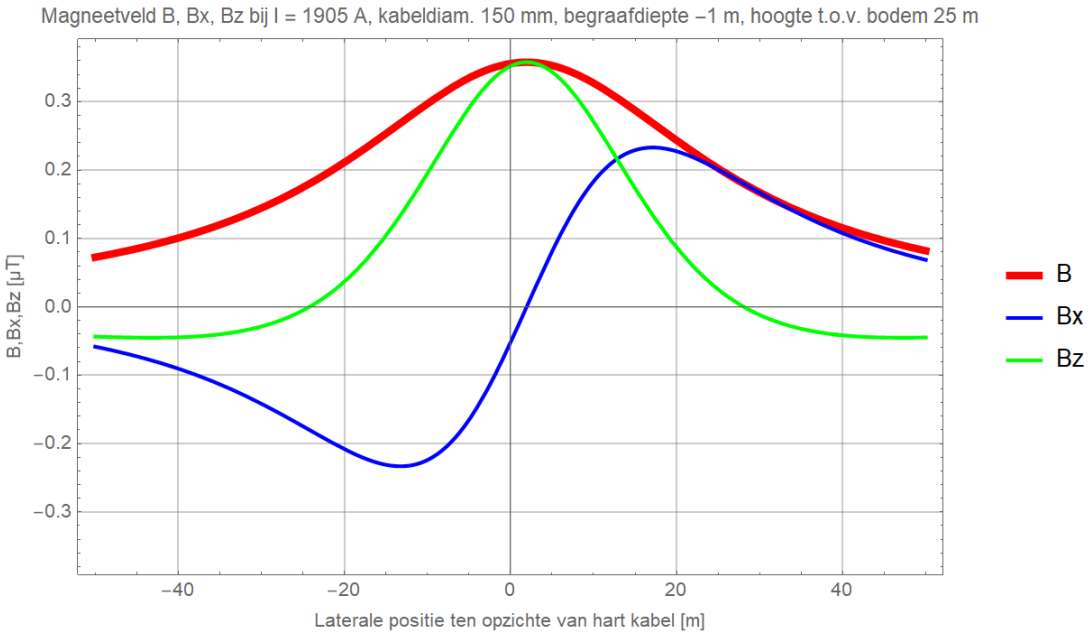
Figuur 9 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



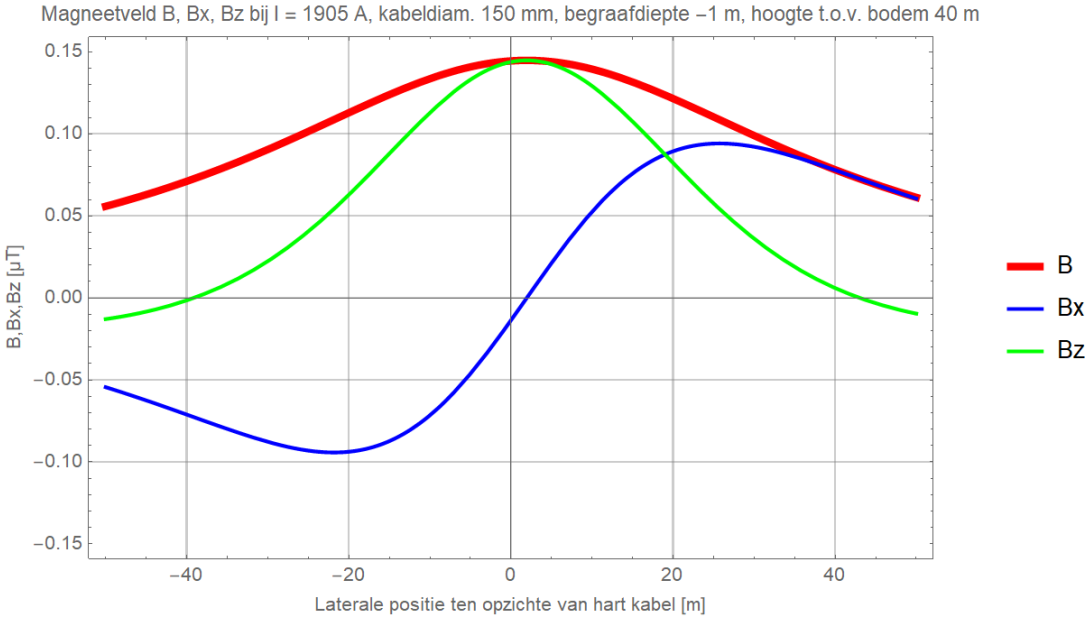
Figuur 10 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 11 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

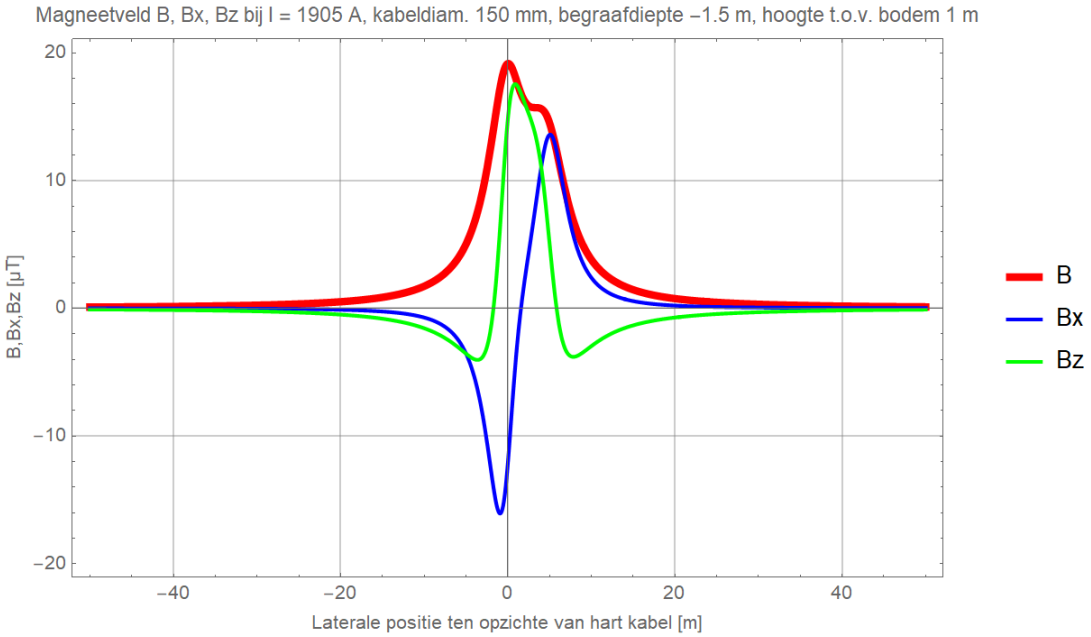


Figuur 12 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

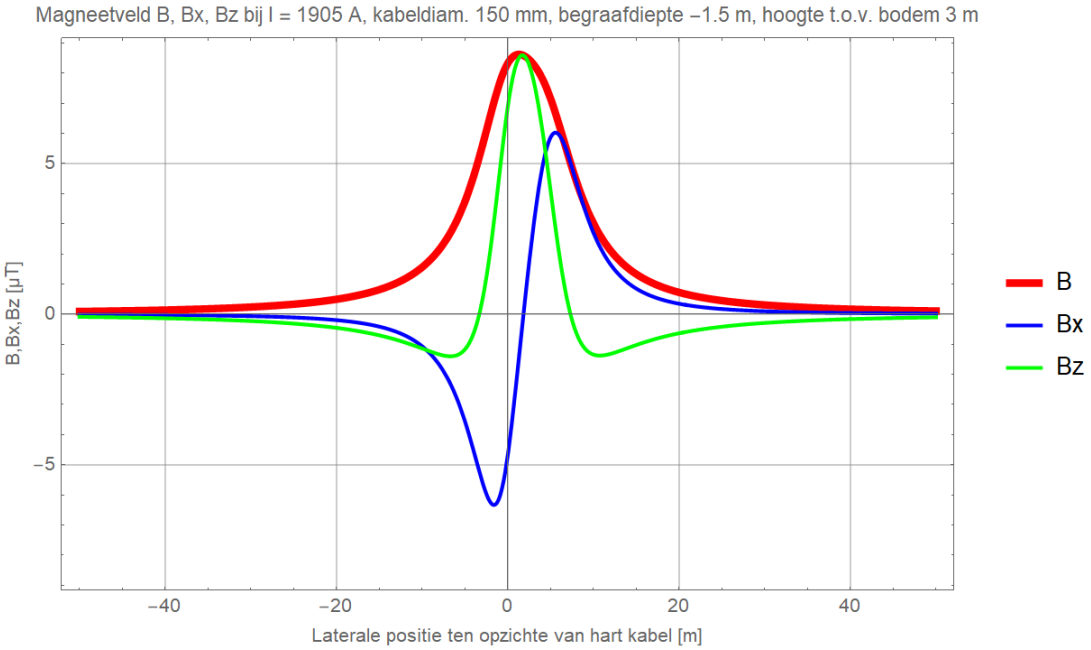


Figuur 13 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

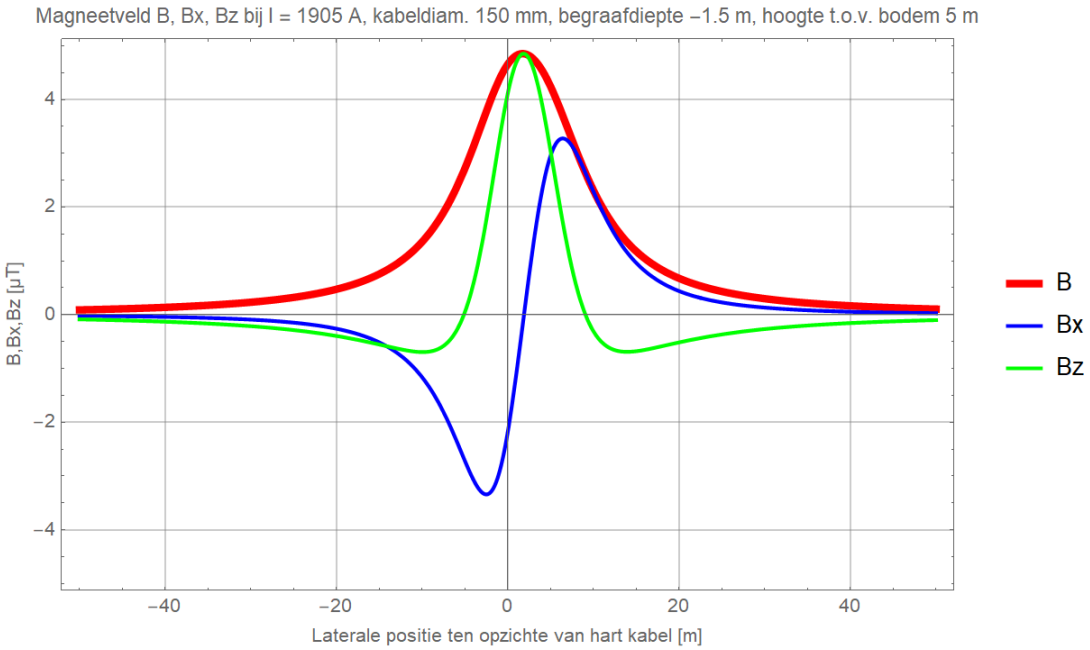
Begraafdiepte –1,5 m



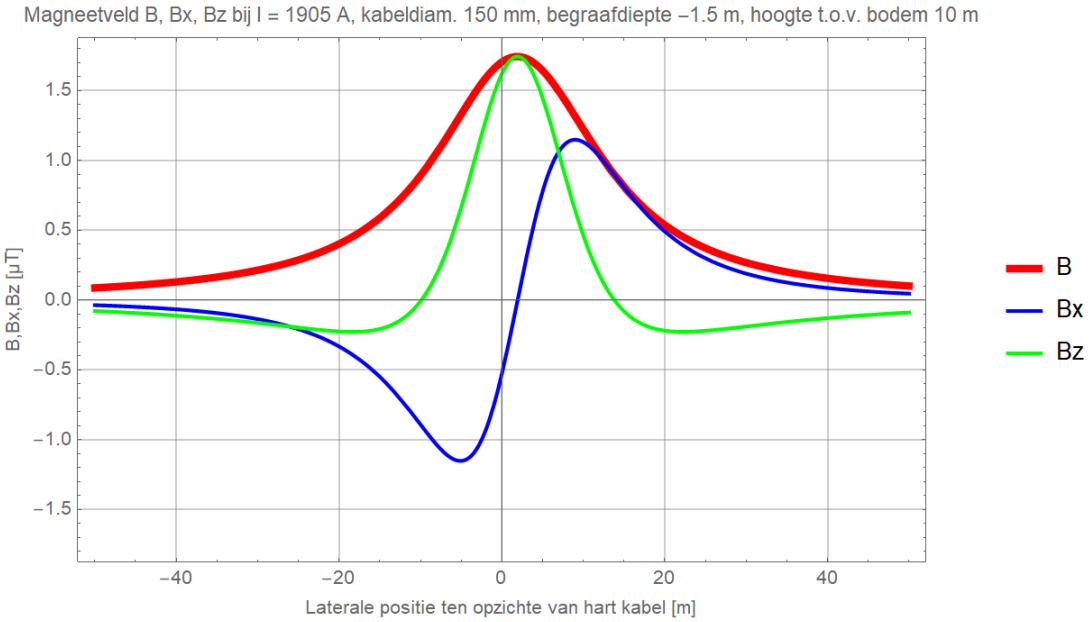
Figuur 14 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



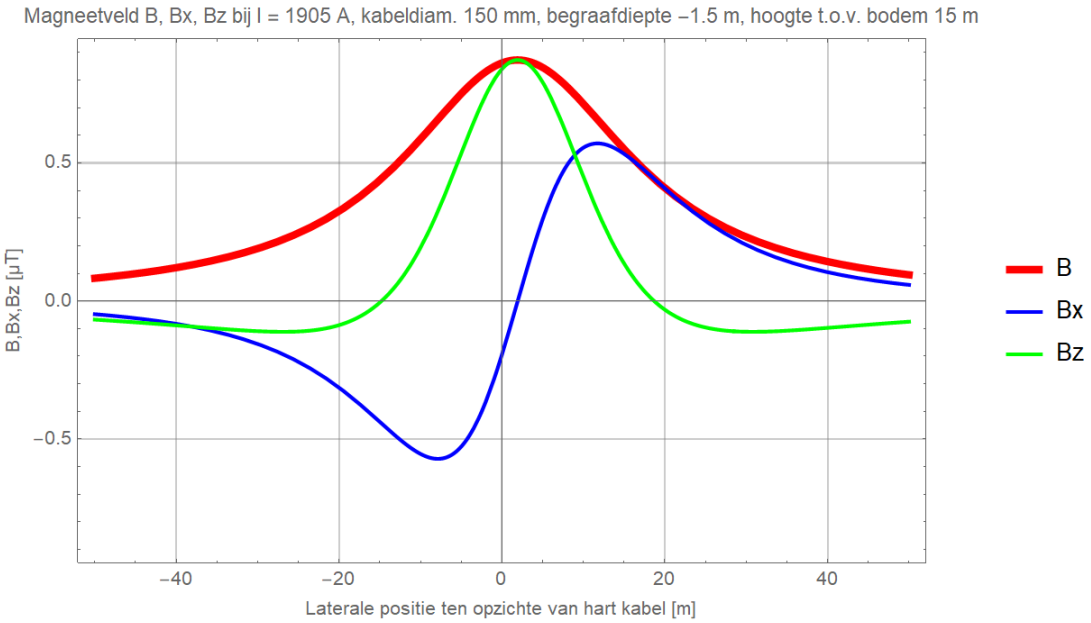
Figuur 15 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



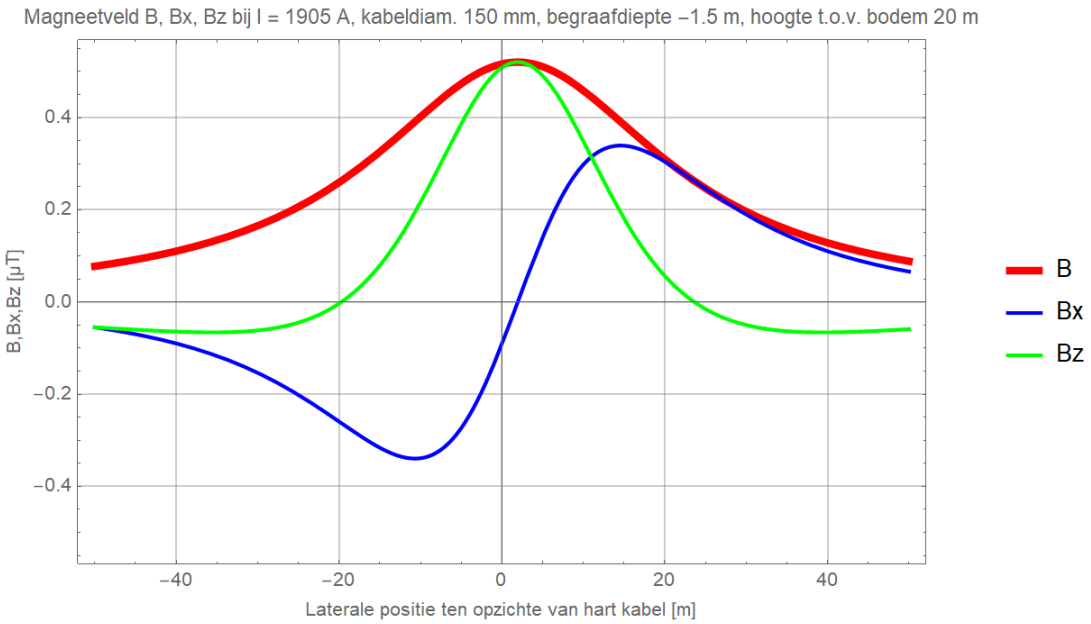
Figuur 16 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



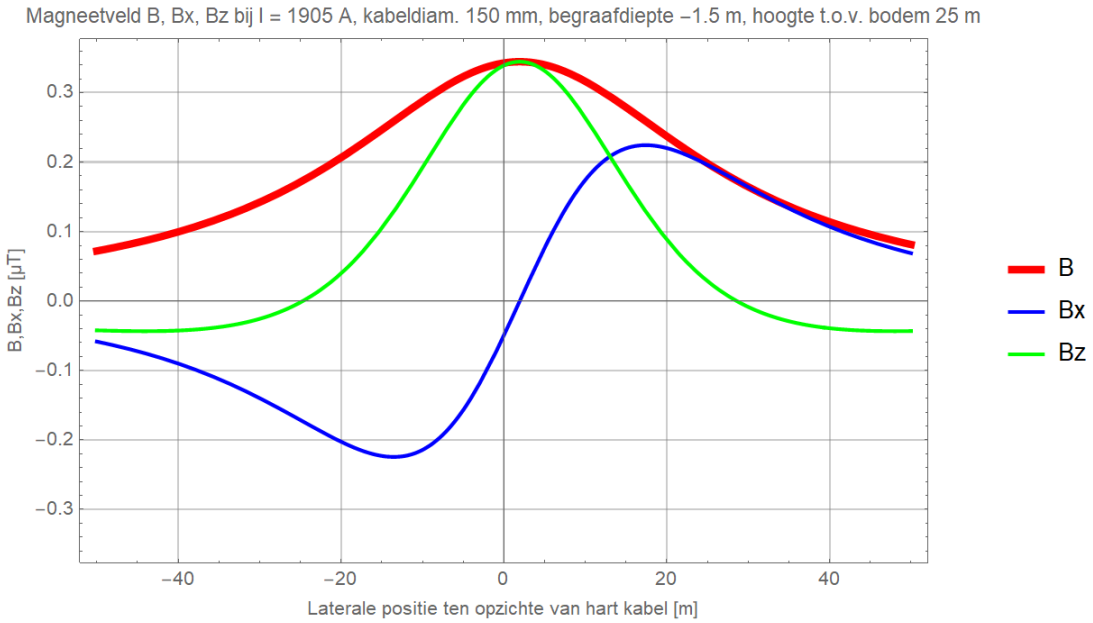
Figuur 17 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



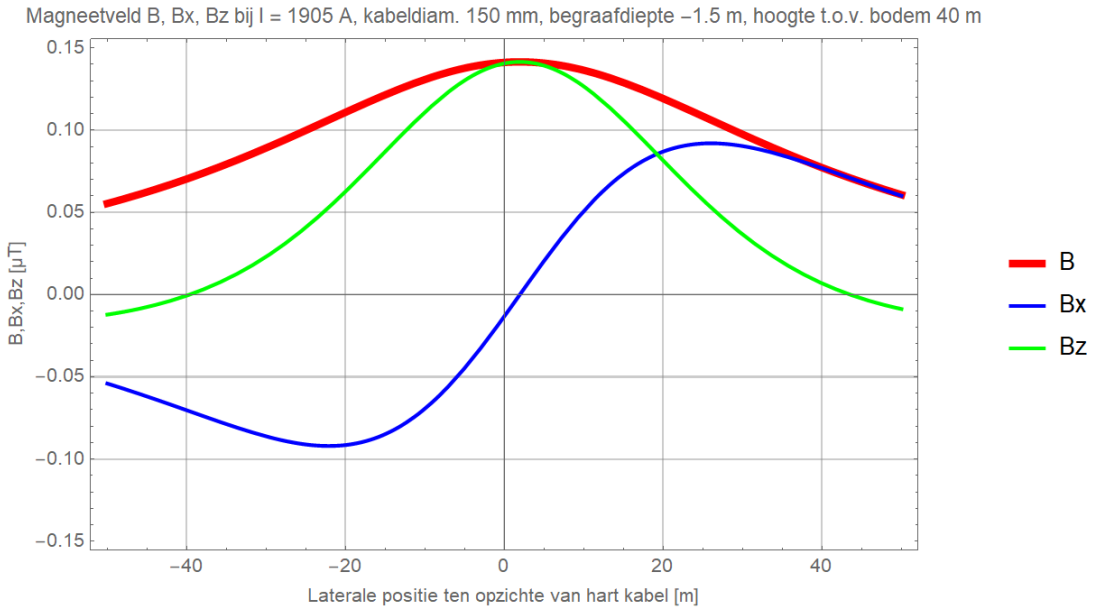
Figuur 18 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 19 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

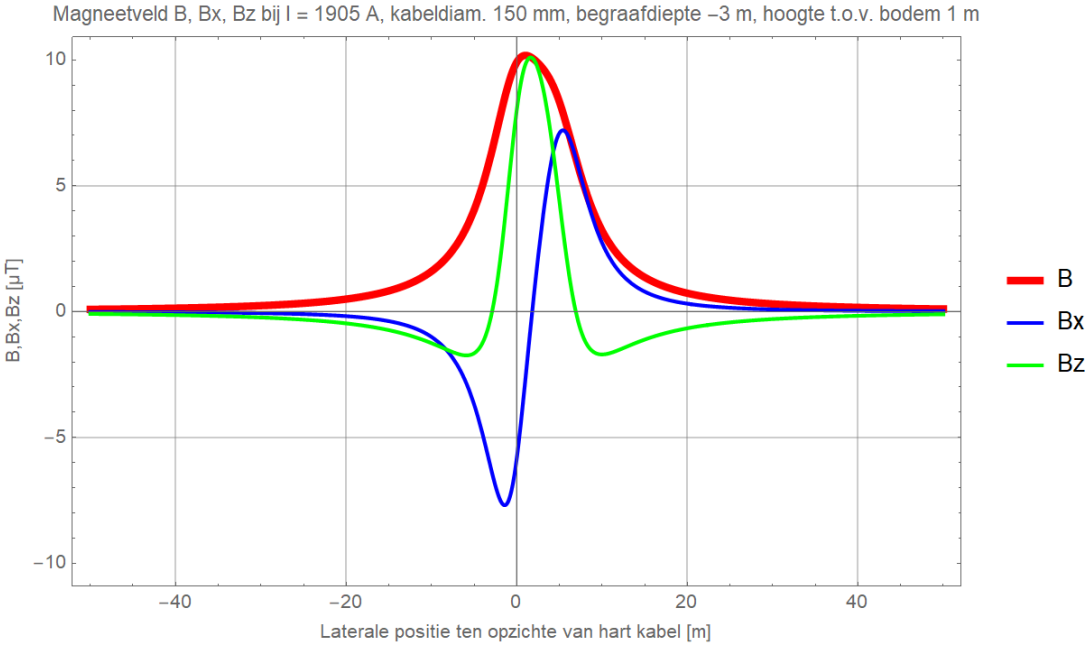


Figuur 20 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

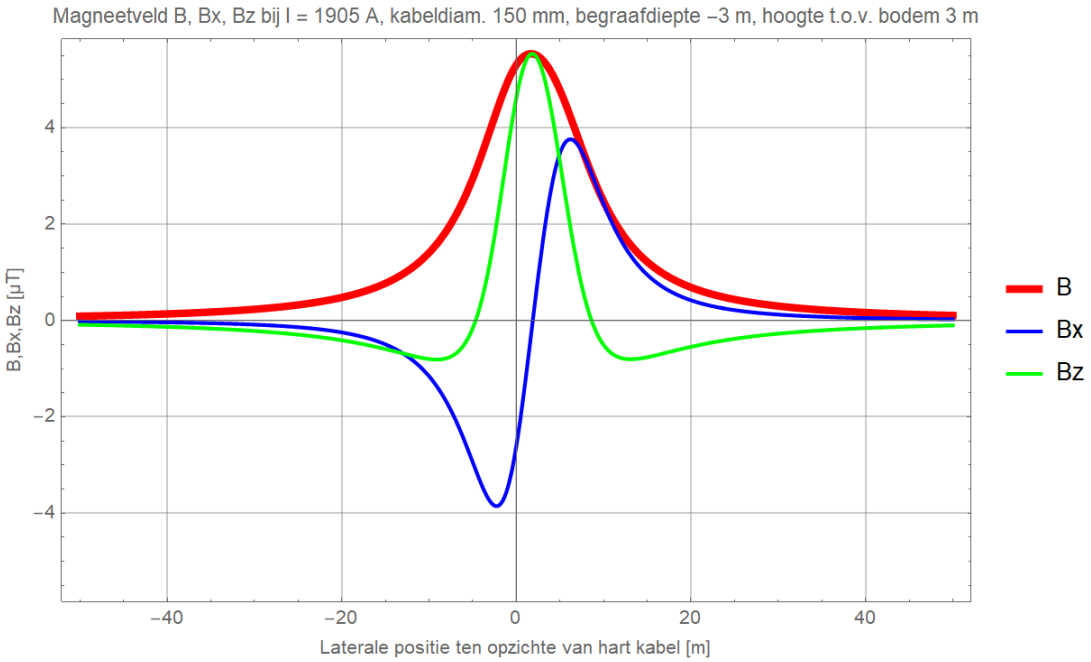


Figuur 21 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

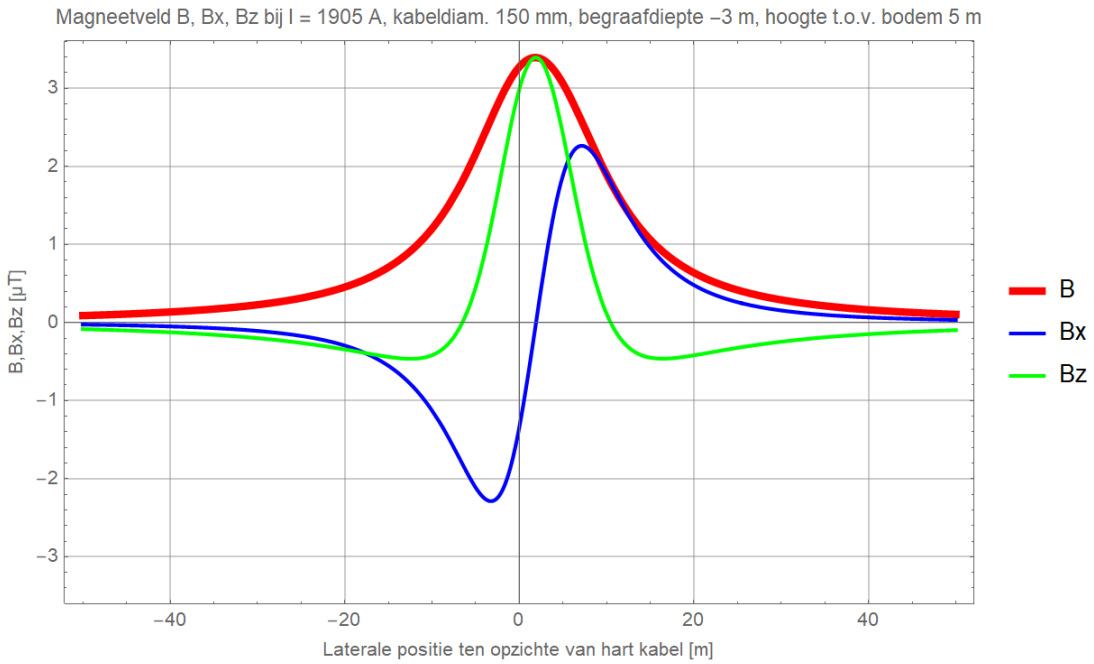
Begraafdiepte –3 m



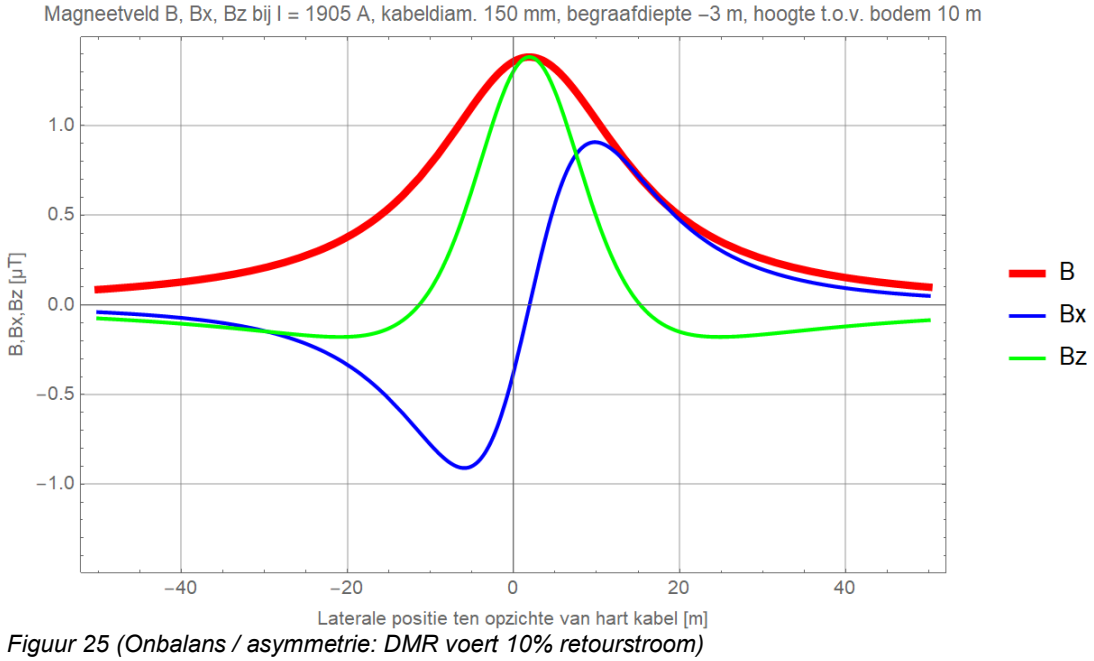
Figuur 22 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



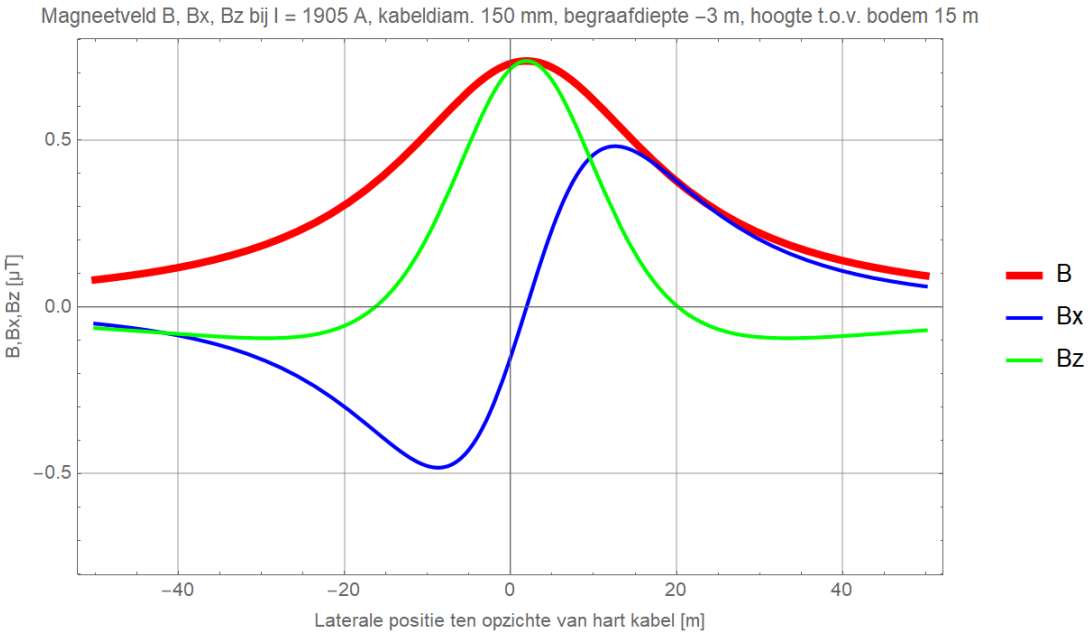
Figuur 23 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



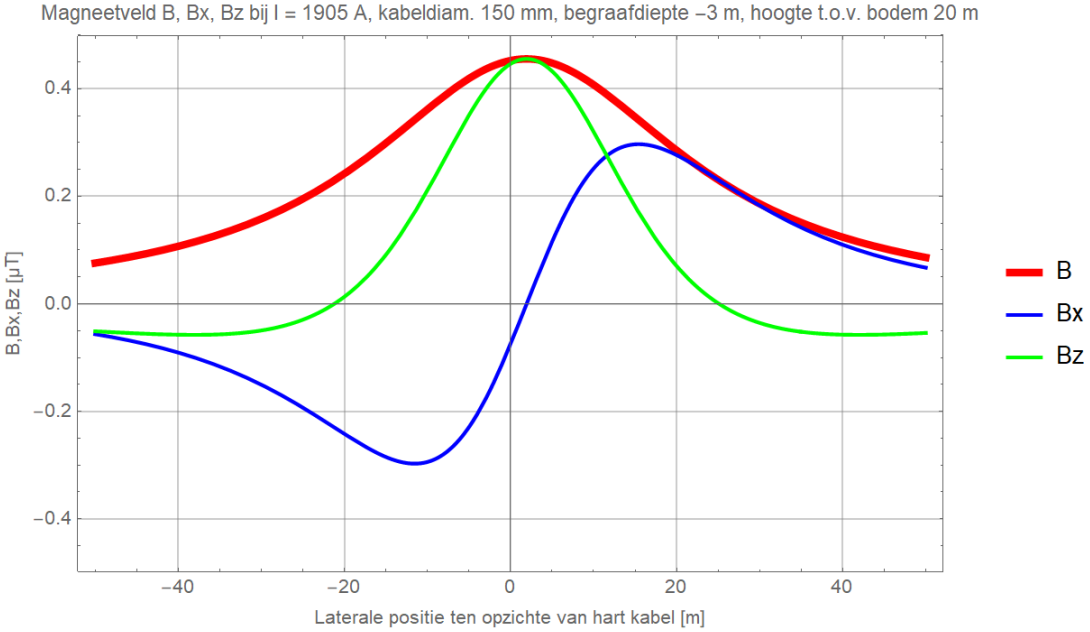
Figuur 24 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



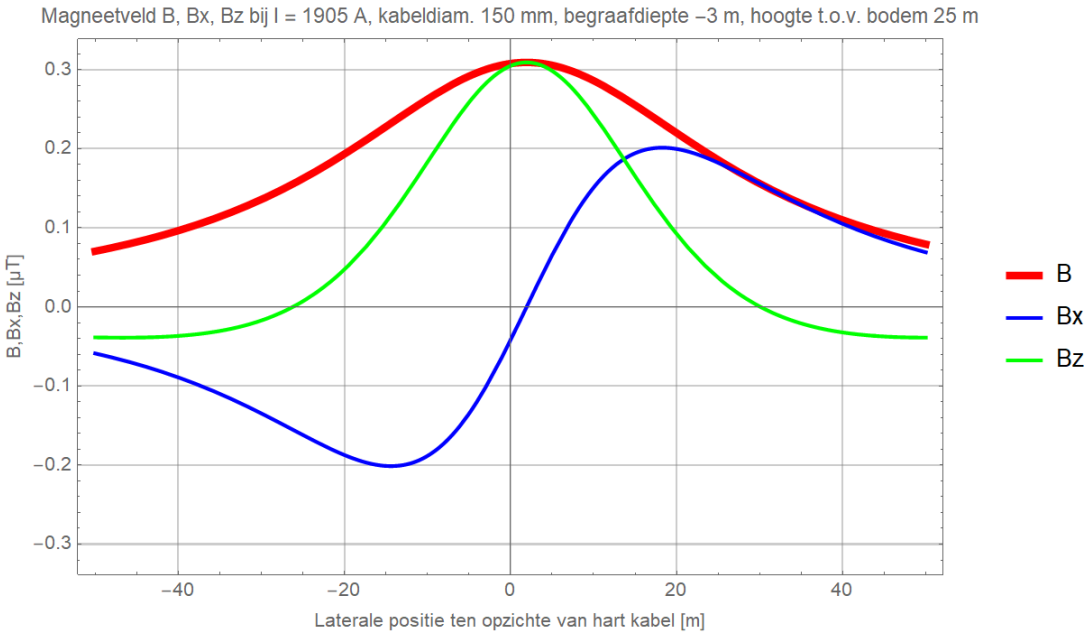
Figuur 25 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



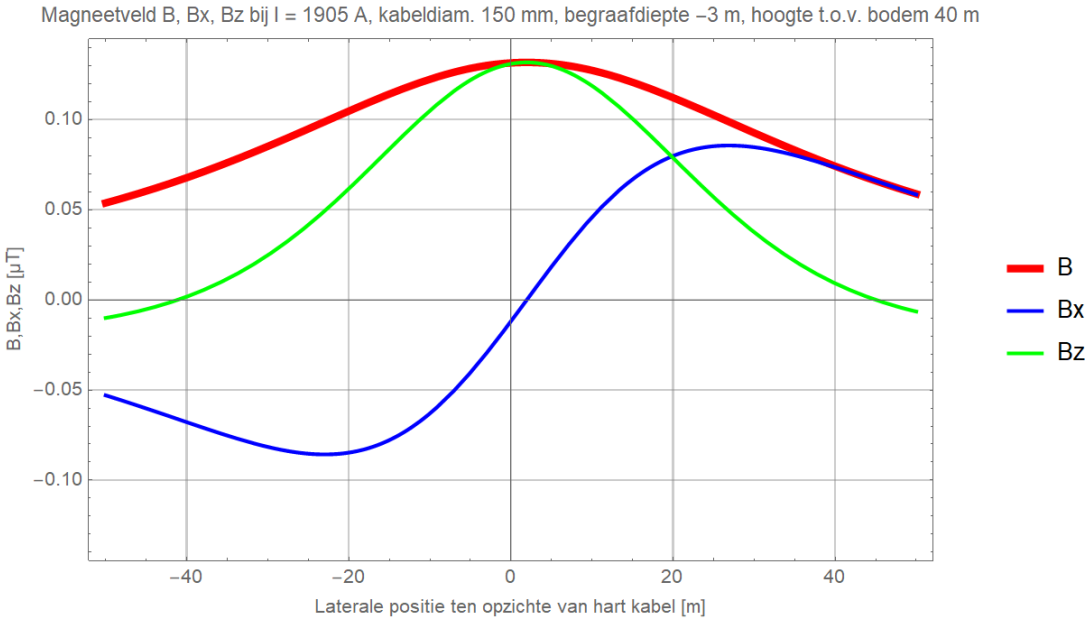
Figuur 26 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 27 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

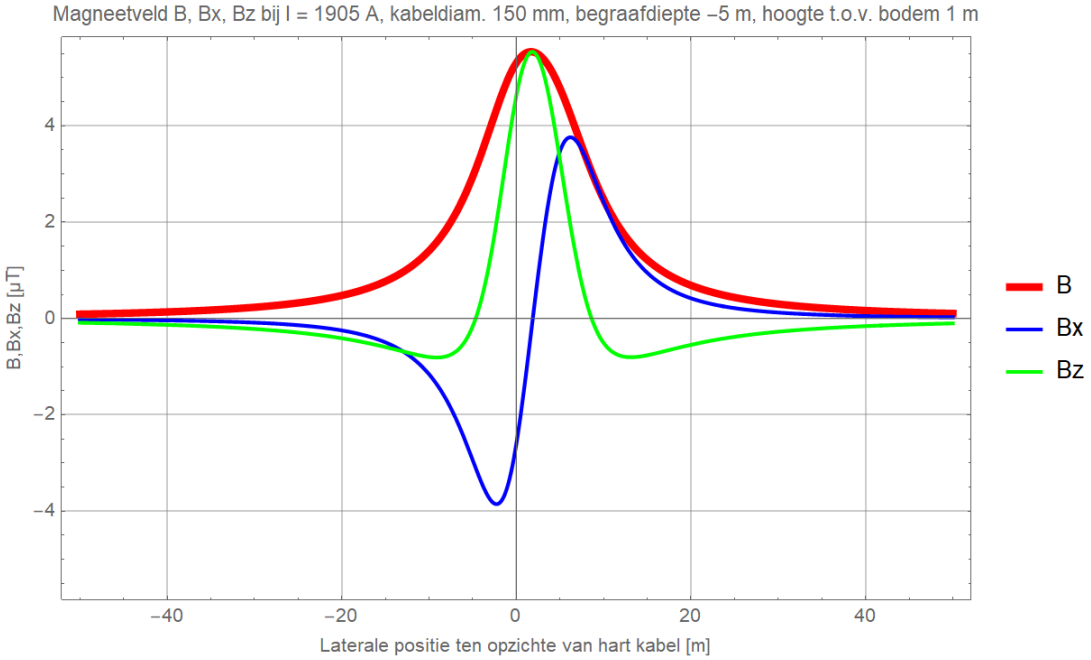


Figuur 28 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

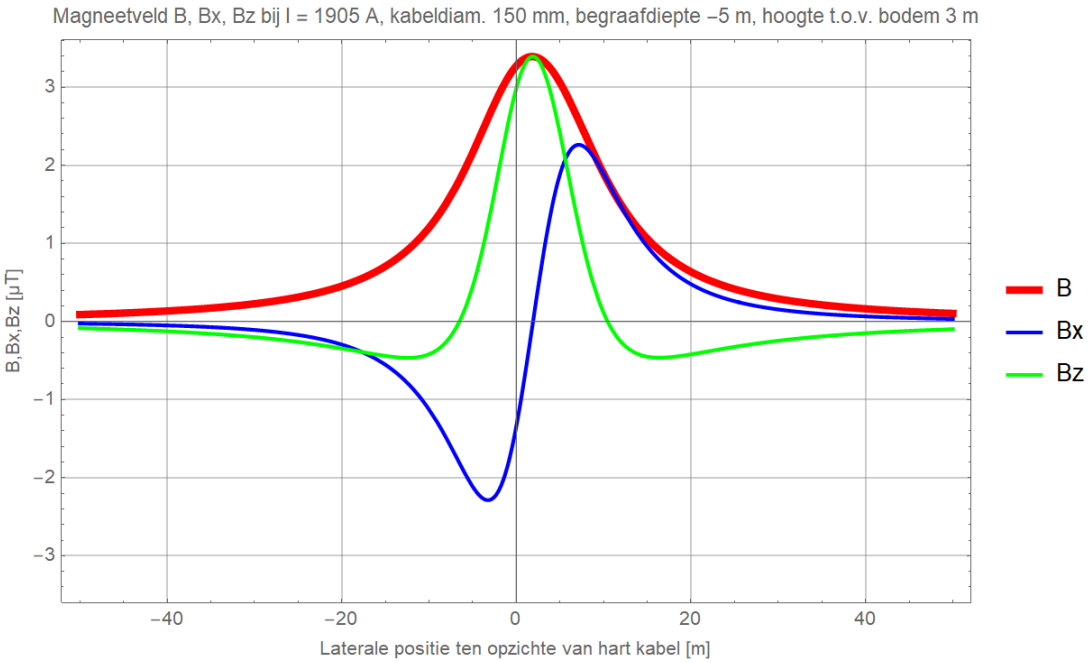


Figuur 29 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

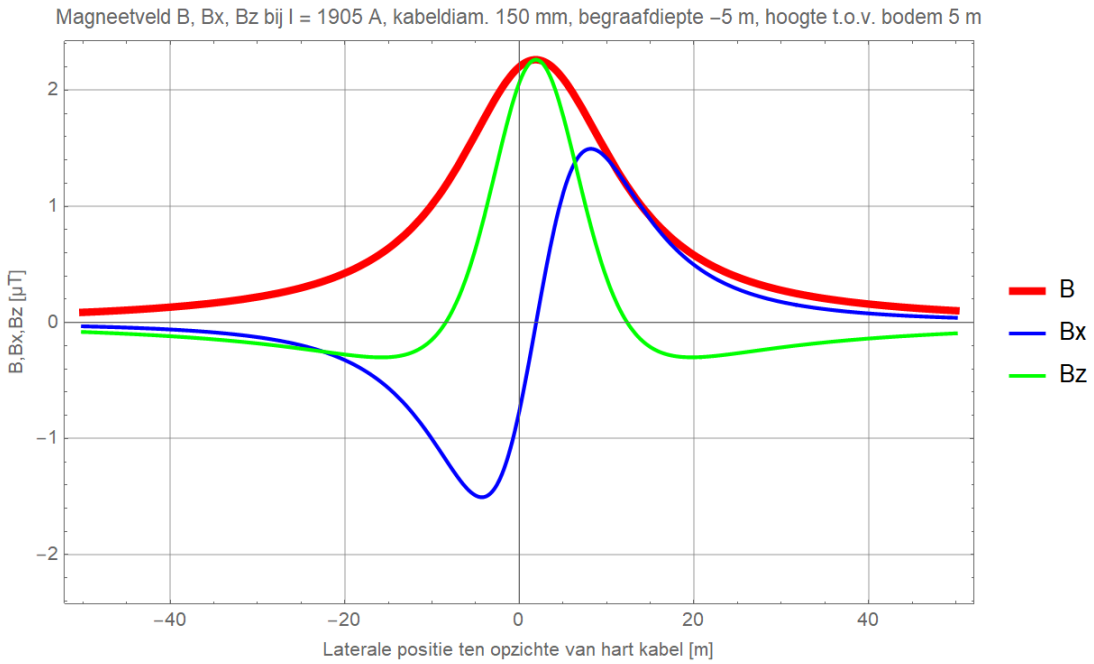
Begraafdiepte –5 m



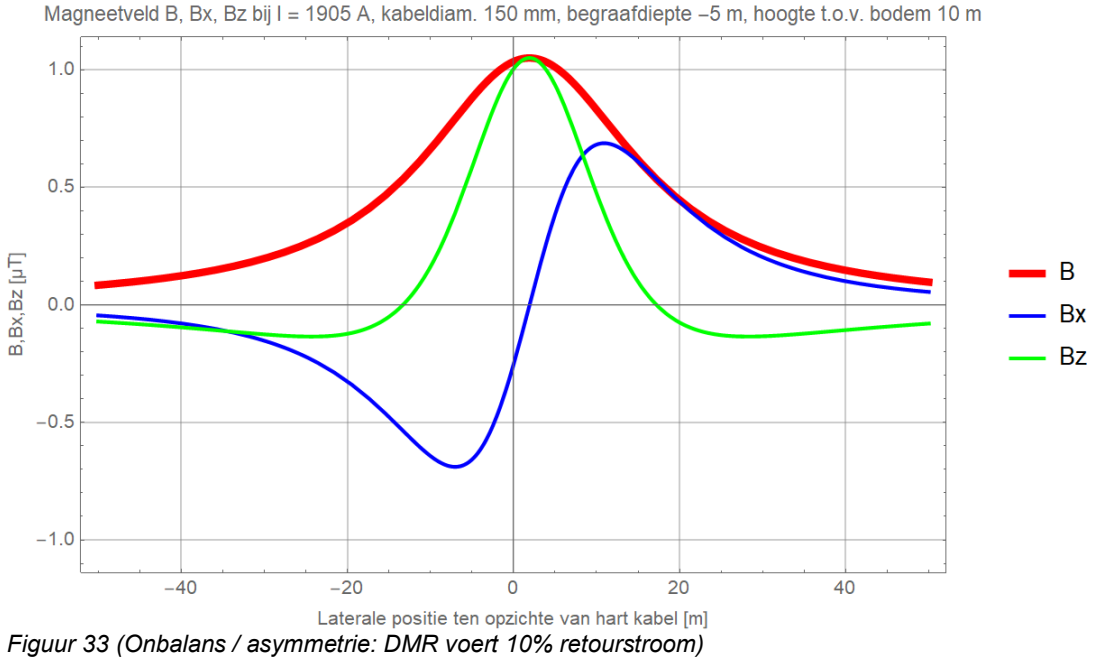
Figuur 30 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



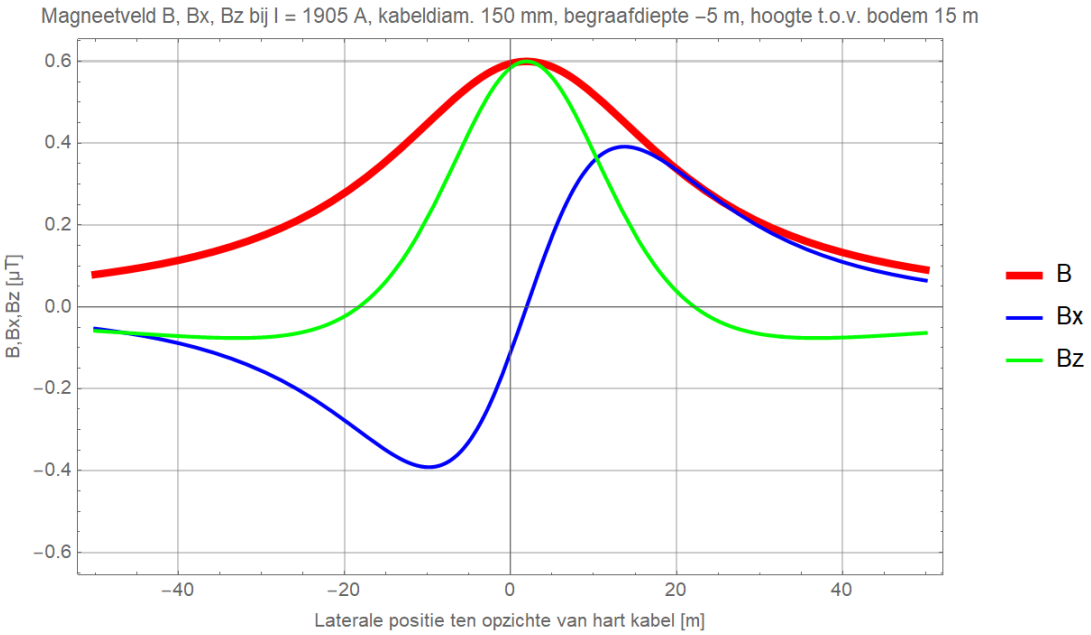
Figuur 31 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



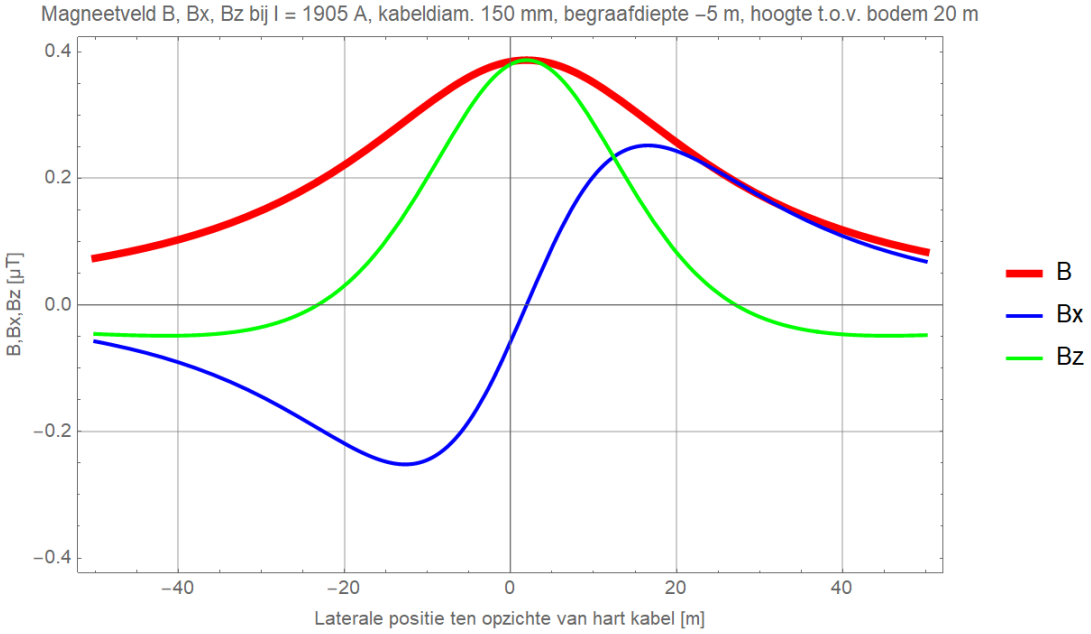
Figuur 32 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



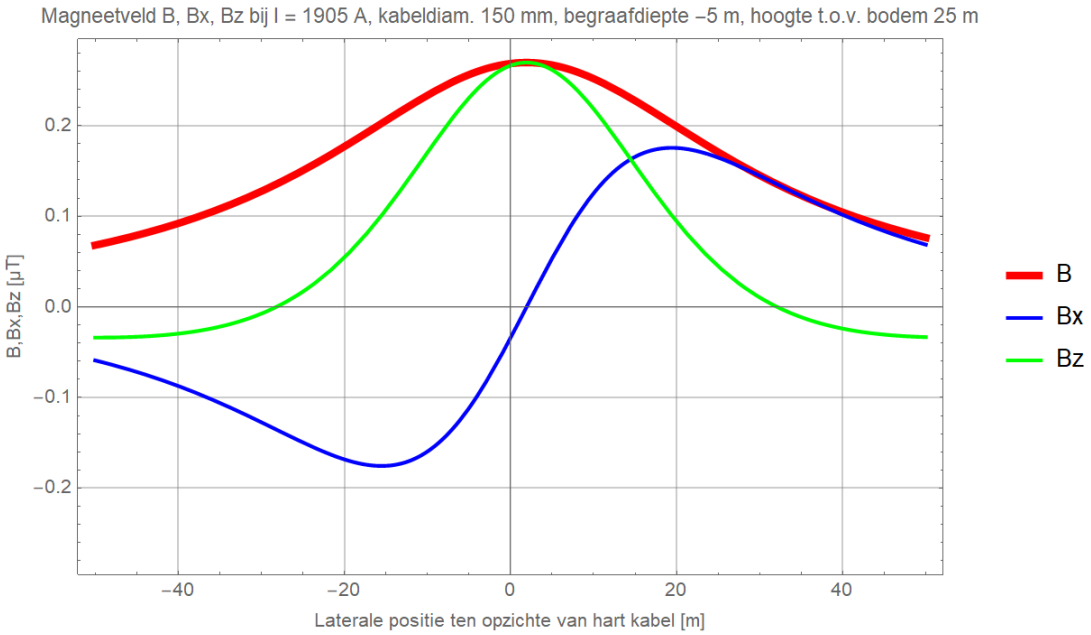
Figuur 33 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



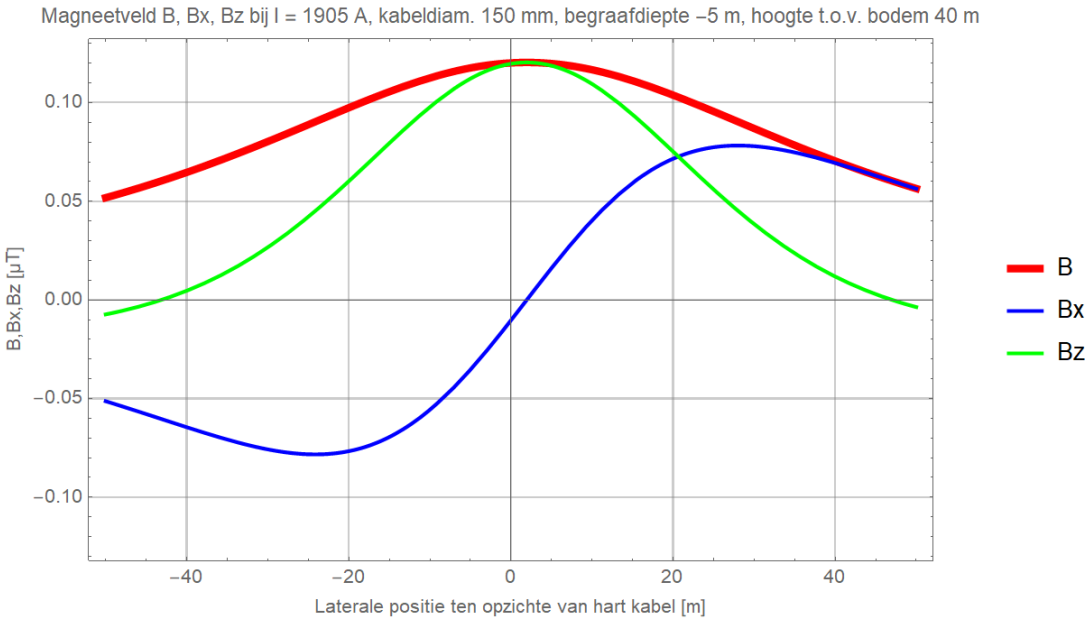
Figuur 34 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 35 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



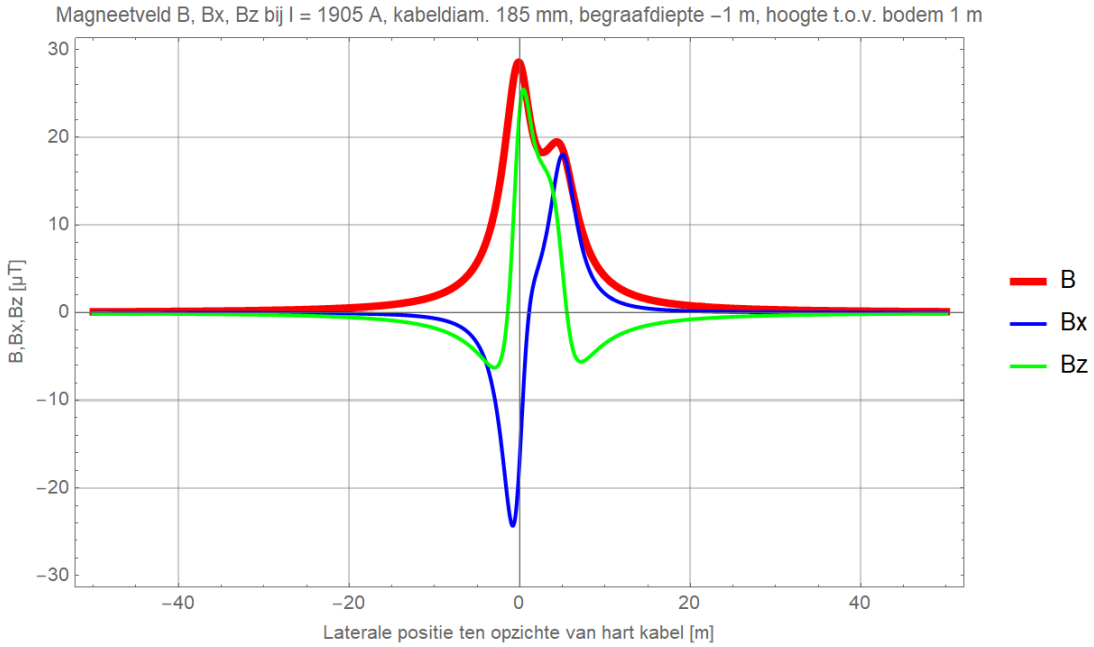
Figuur 36 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



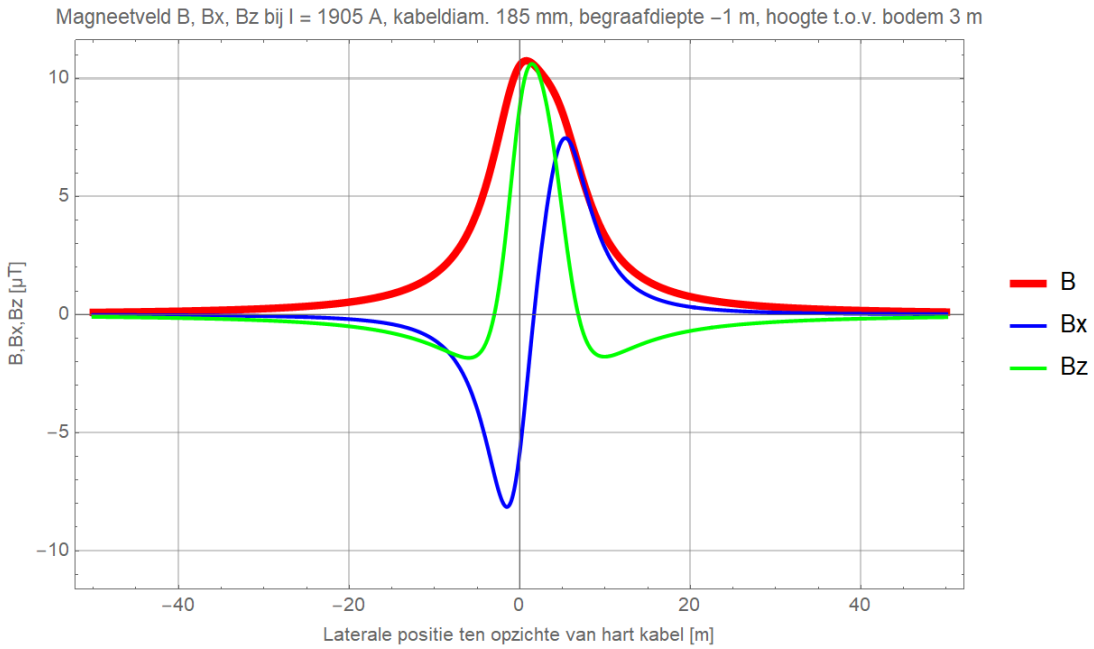
Figuur 37 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Kabeldiameter 185 mm

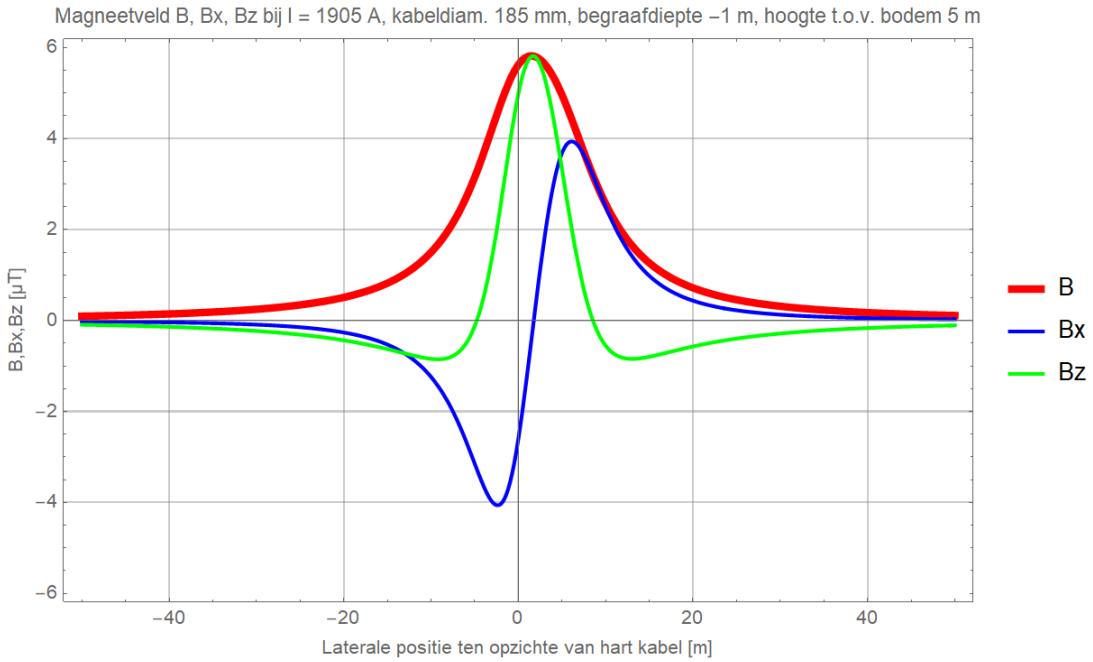
Begraafdiepte –1 m



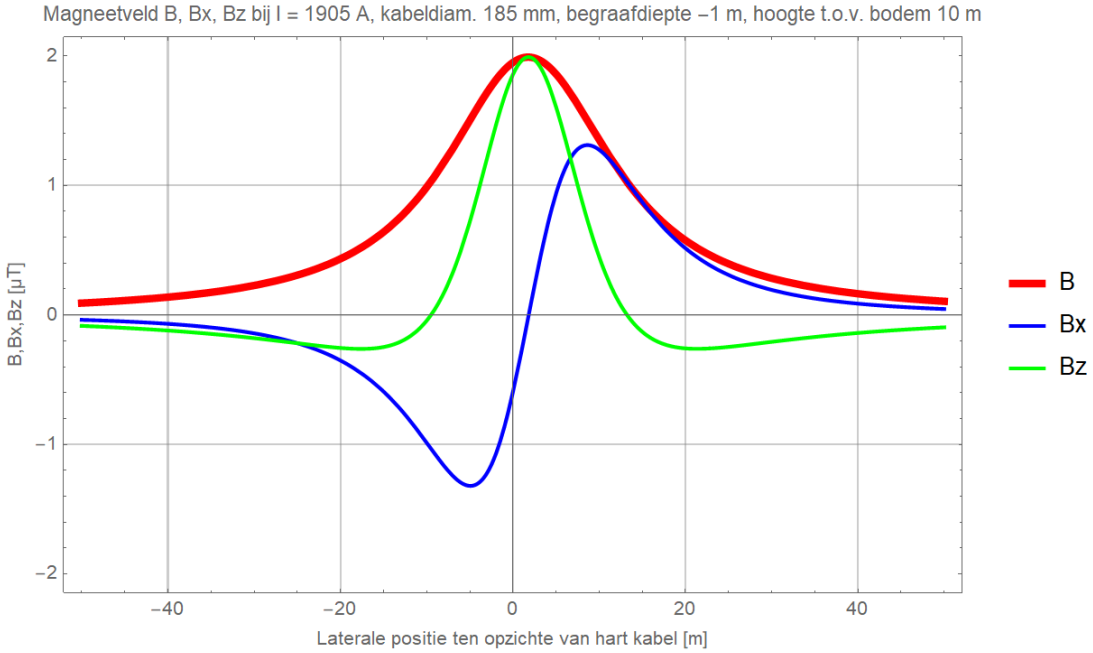
Figuur 38 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



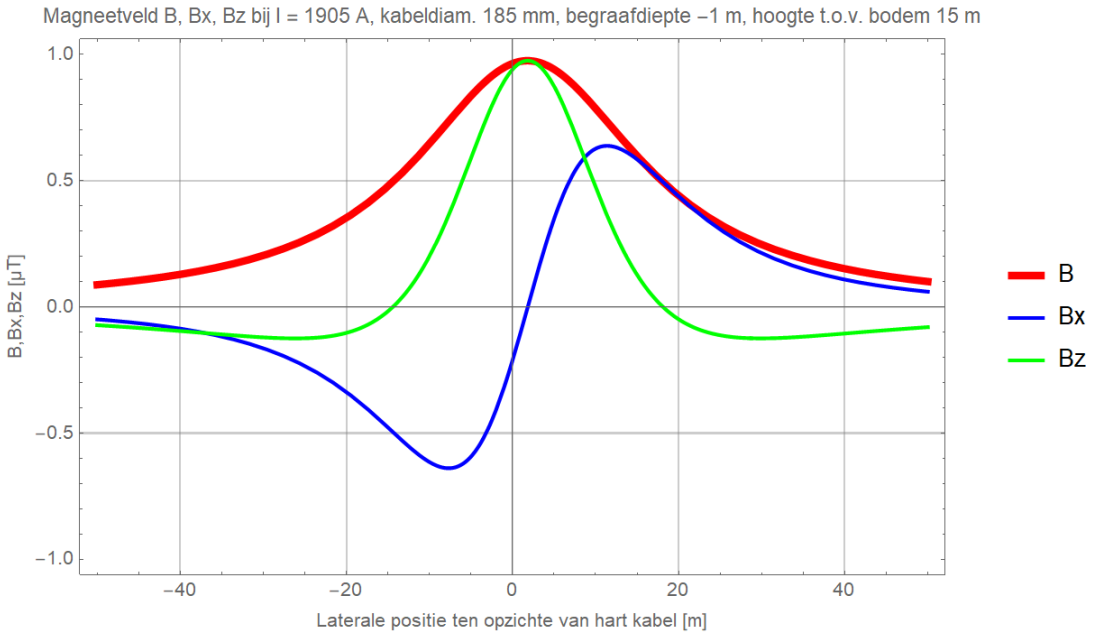
Figuur 39 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



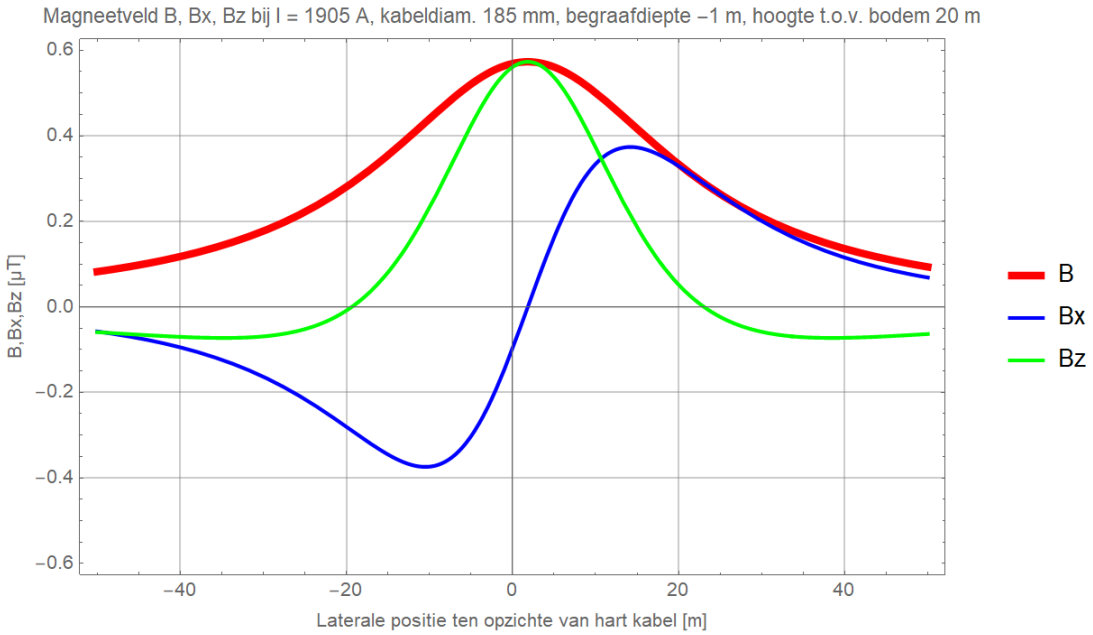
Figuur 40 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



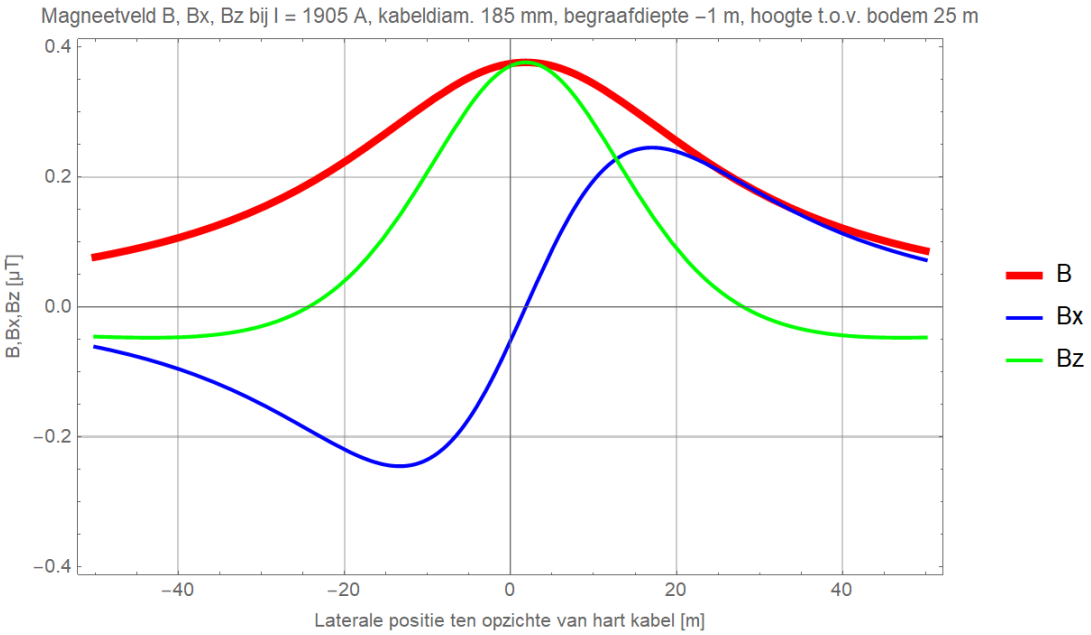
Figuur 41 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



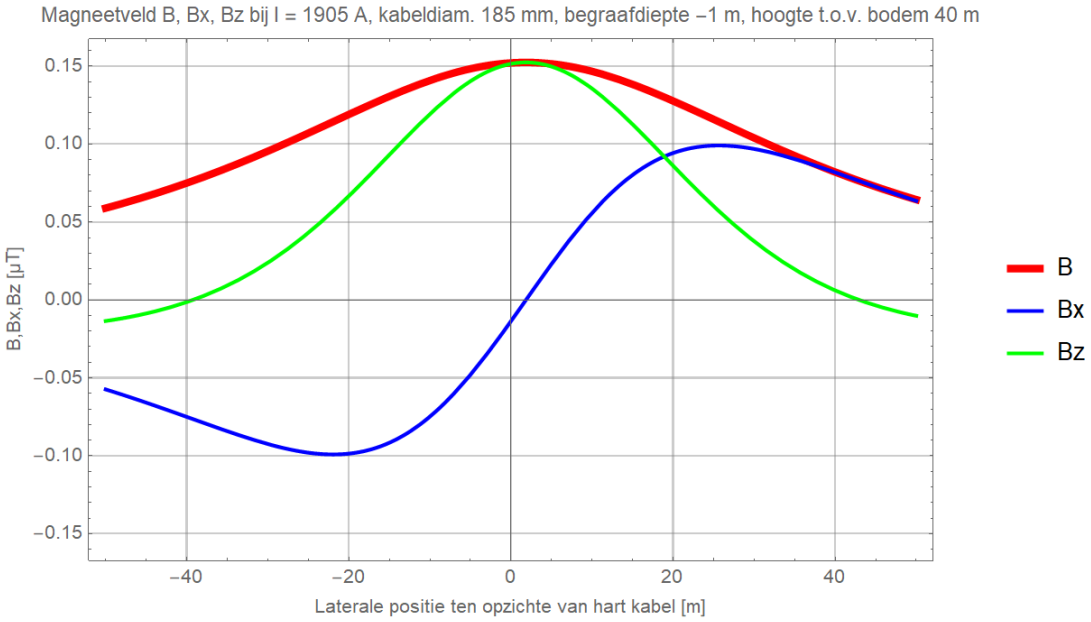
Figuur 42 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 43 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

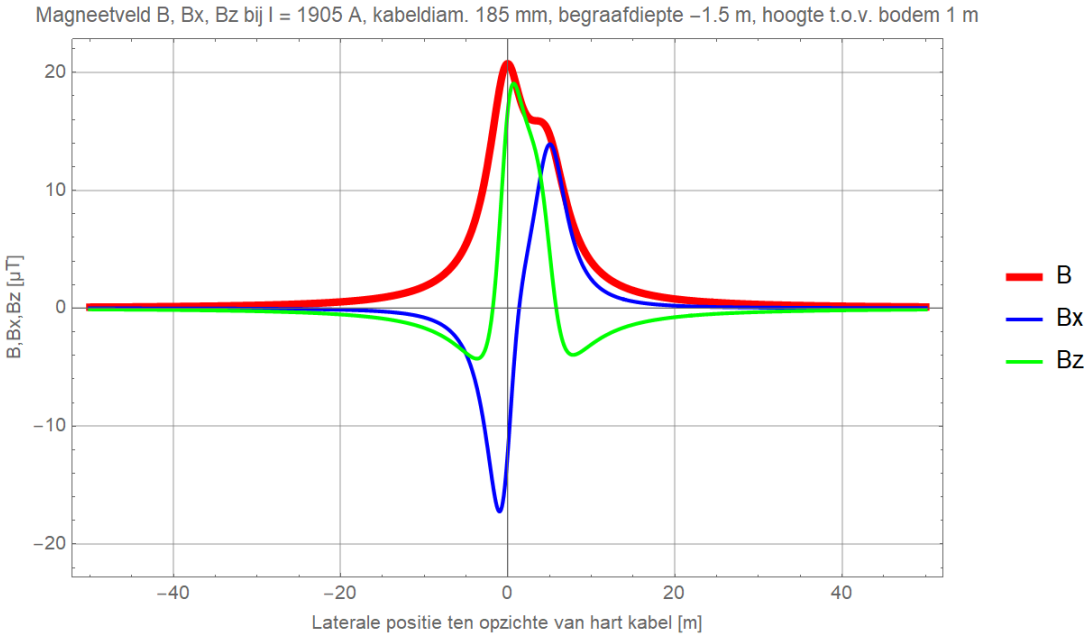


Figuur 44 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

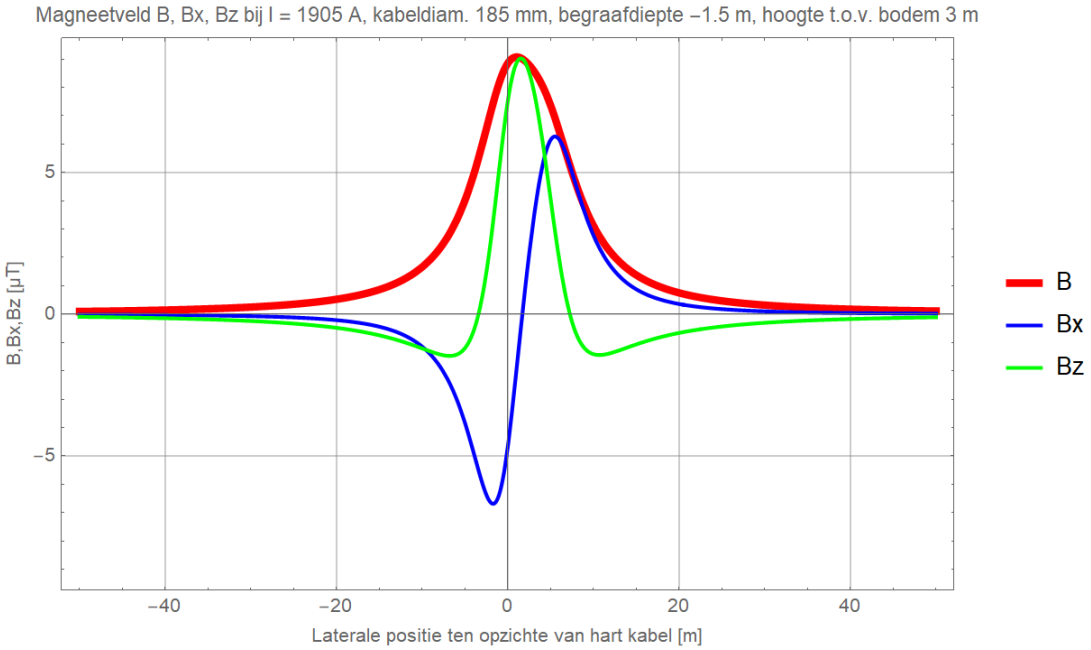


Figuur 45 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

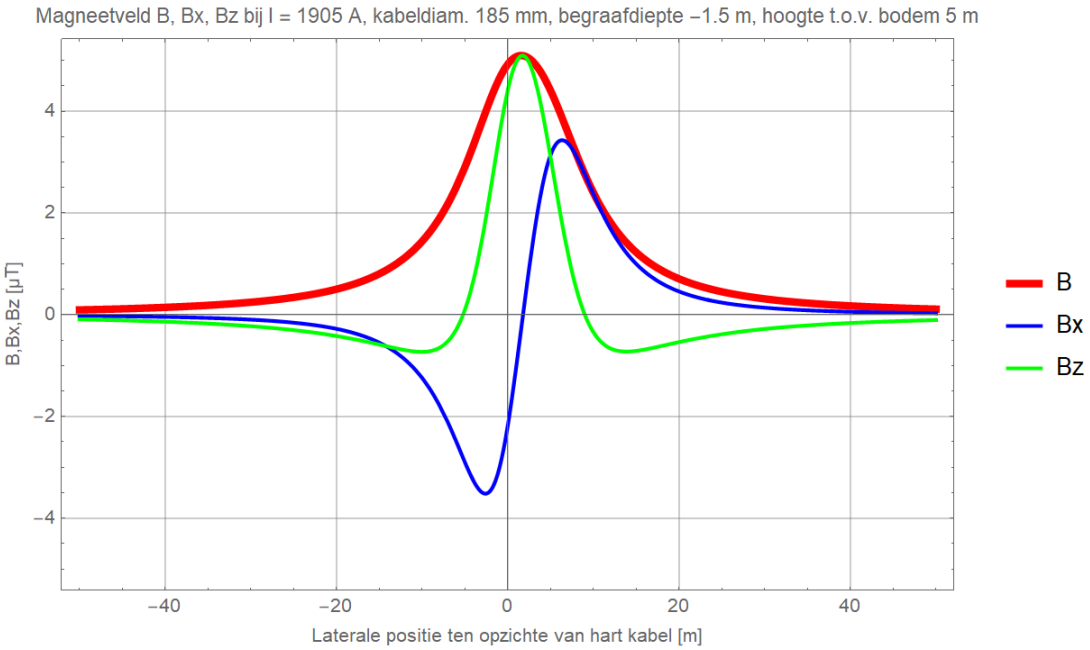
Begraafdiepte –1,5 m



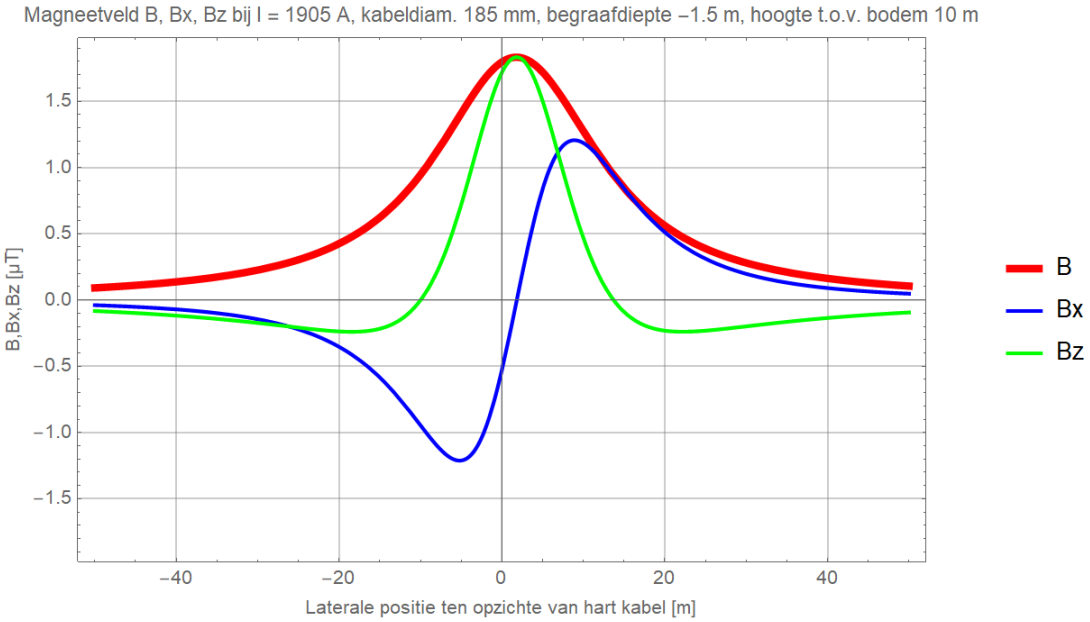
Figuur 46 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



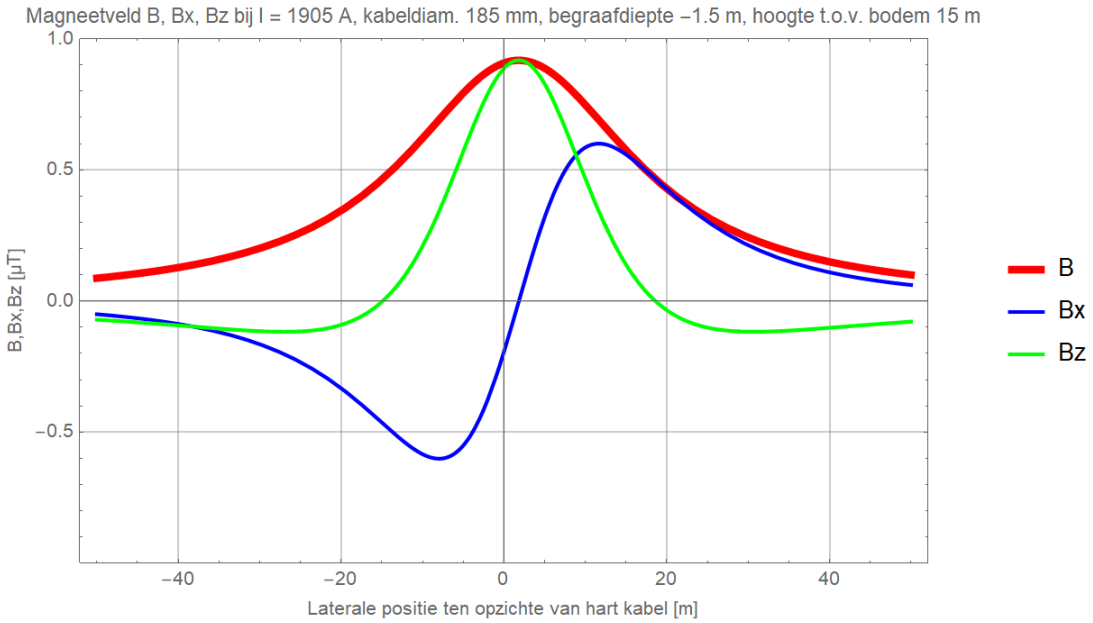
Figuur 47 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



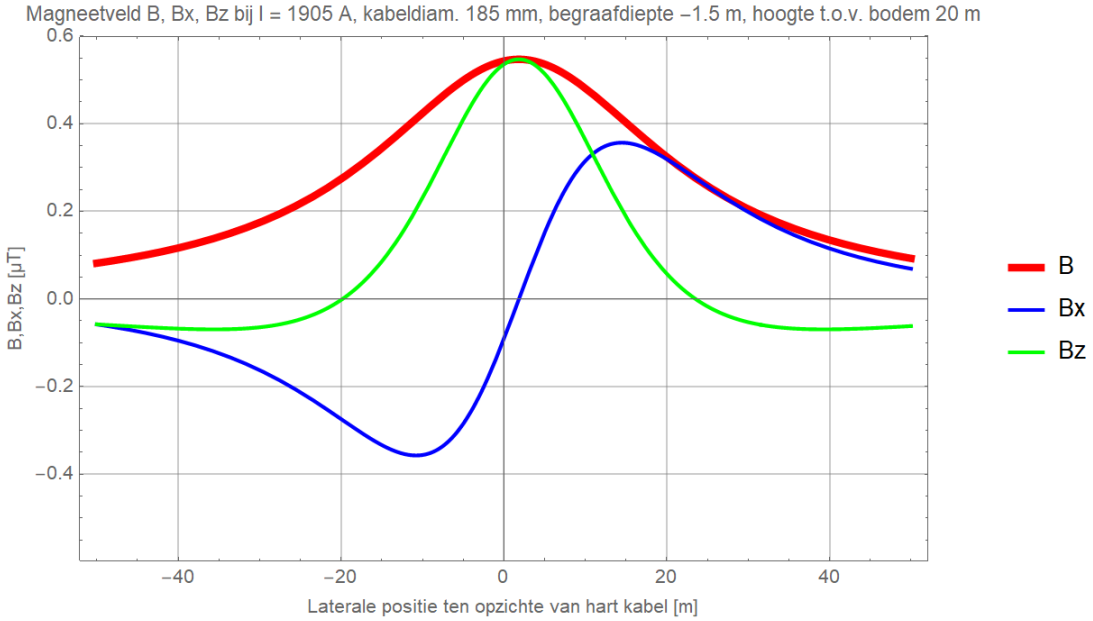
Figuur 48 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



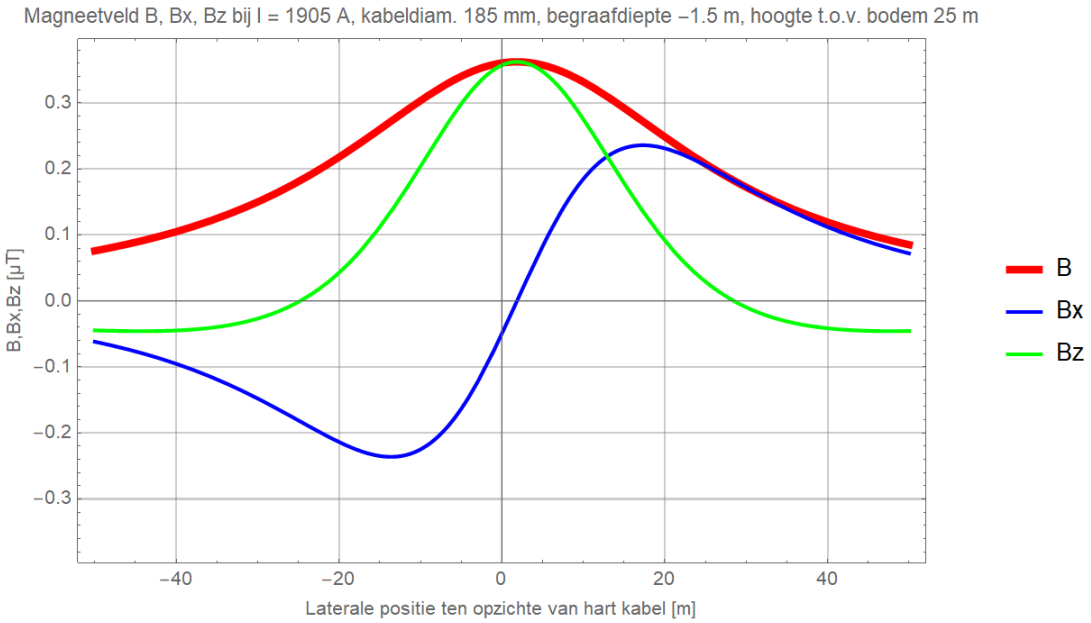
Figuur 49 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



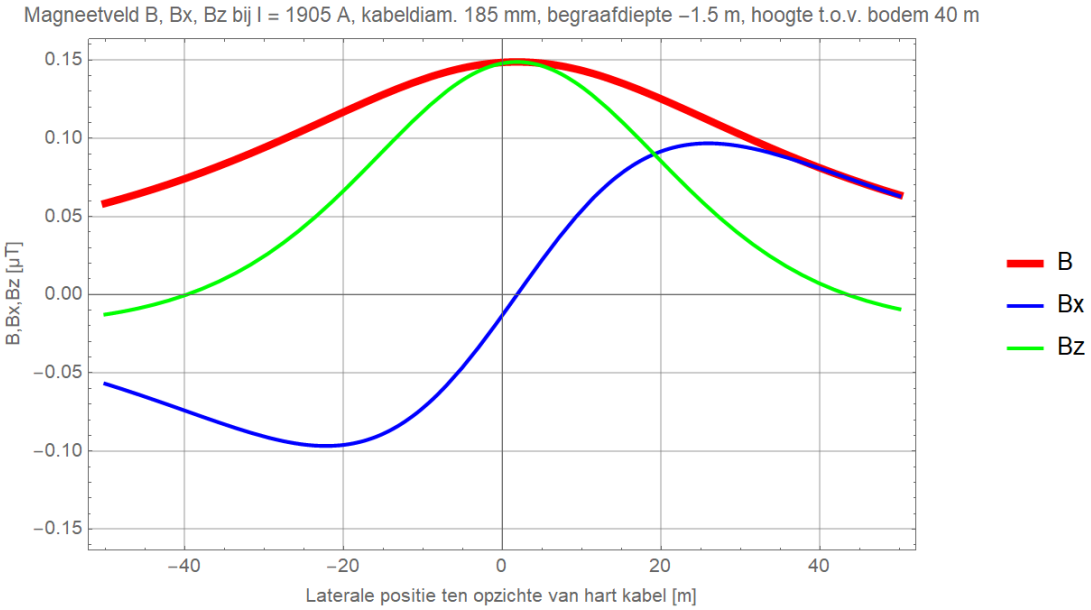
Figuur 50 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 51 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

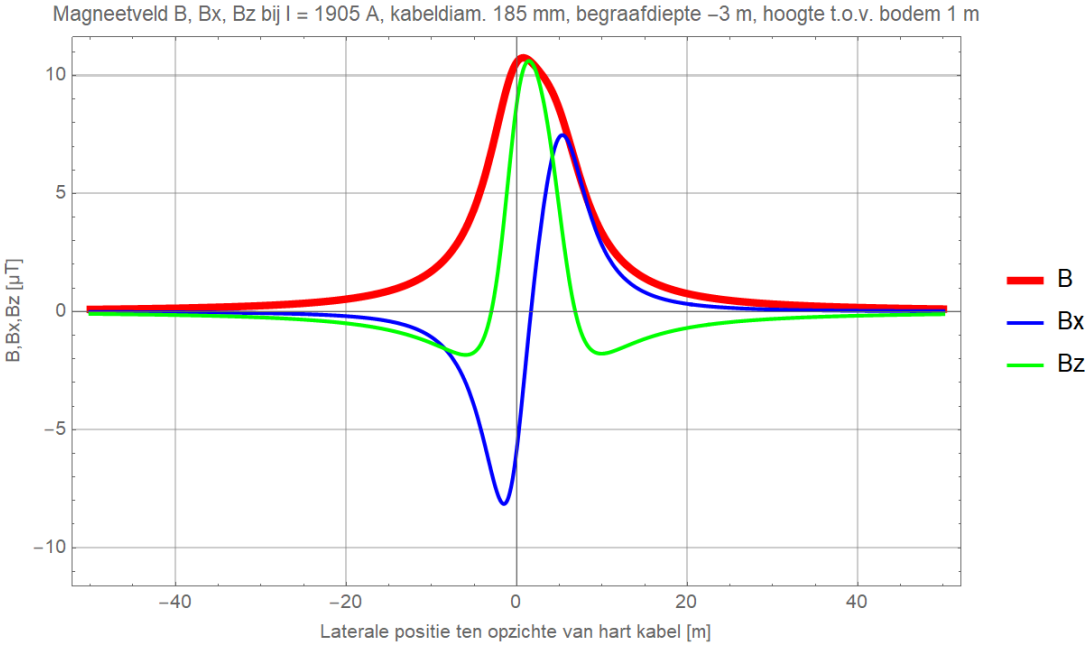


Figuur 52 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

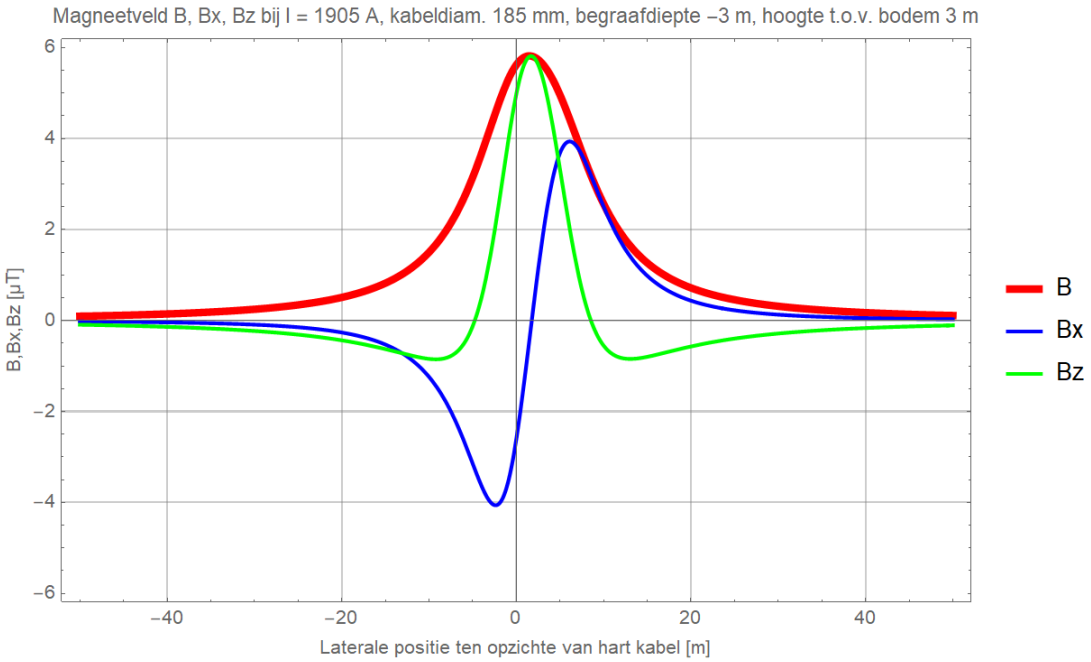


Figuur 53 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

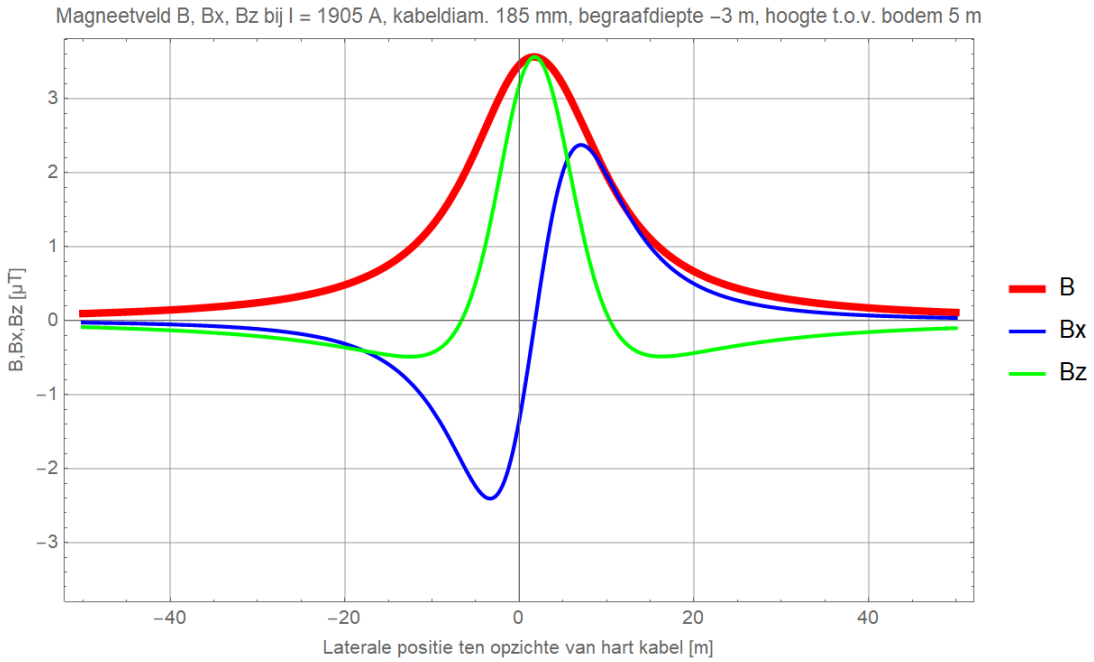
Begraafdiepte –3 m



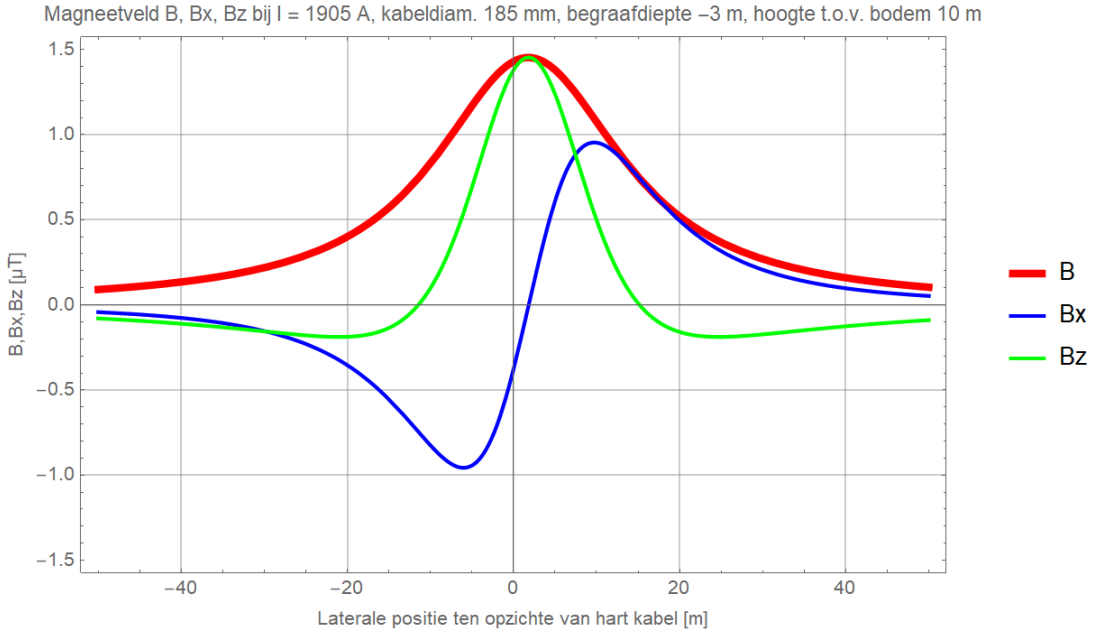
Figuur 54 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



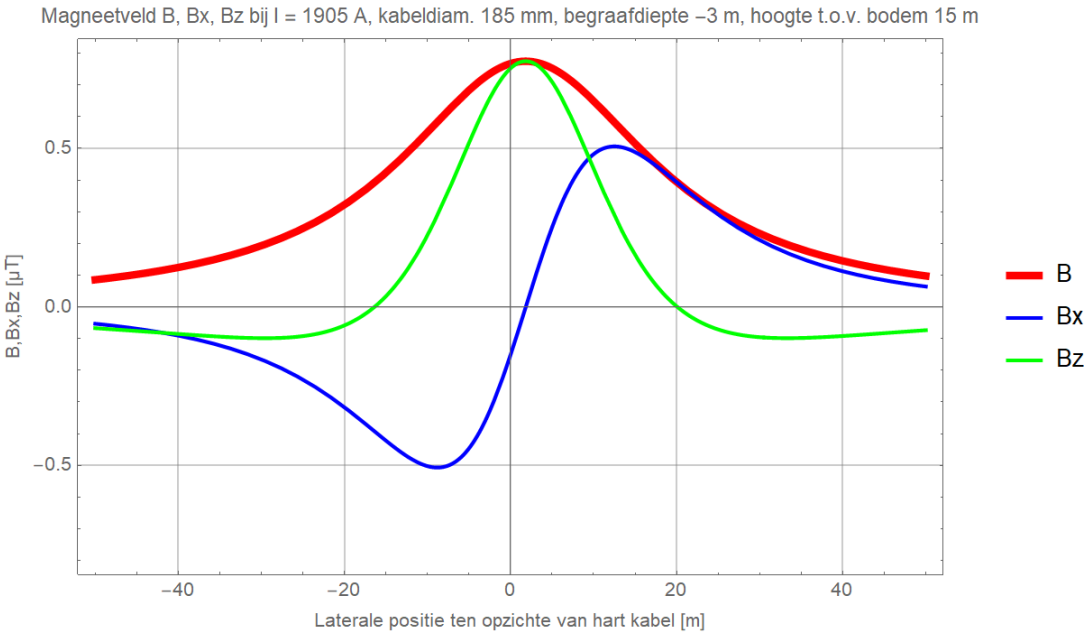
Figuur 55 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



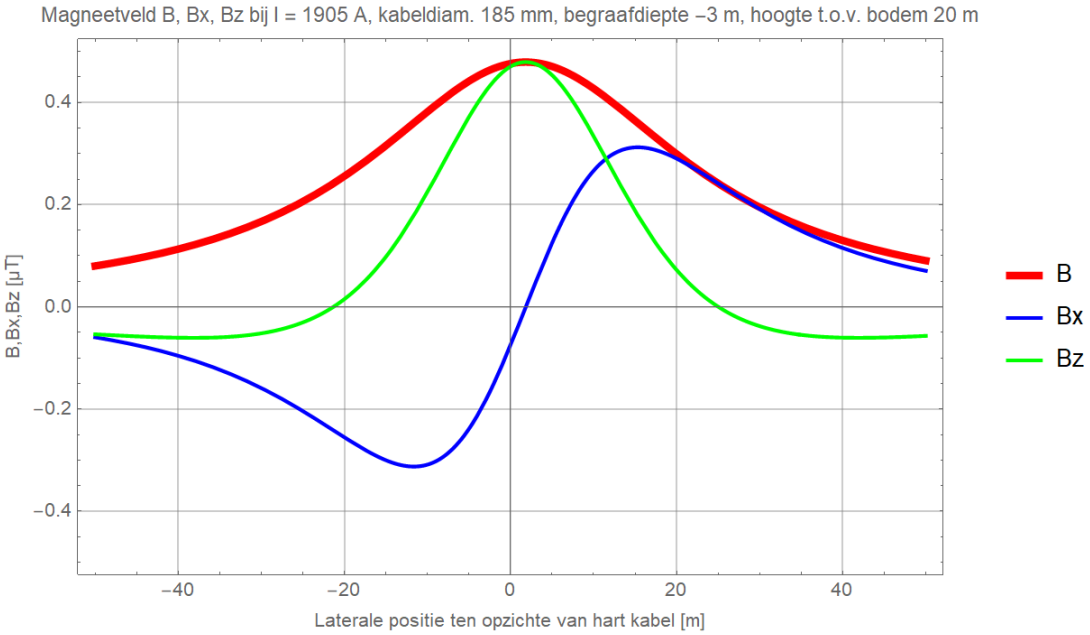
Figuur 56 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



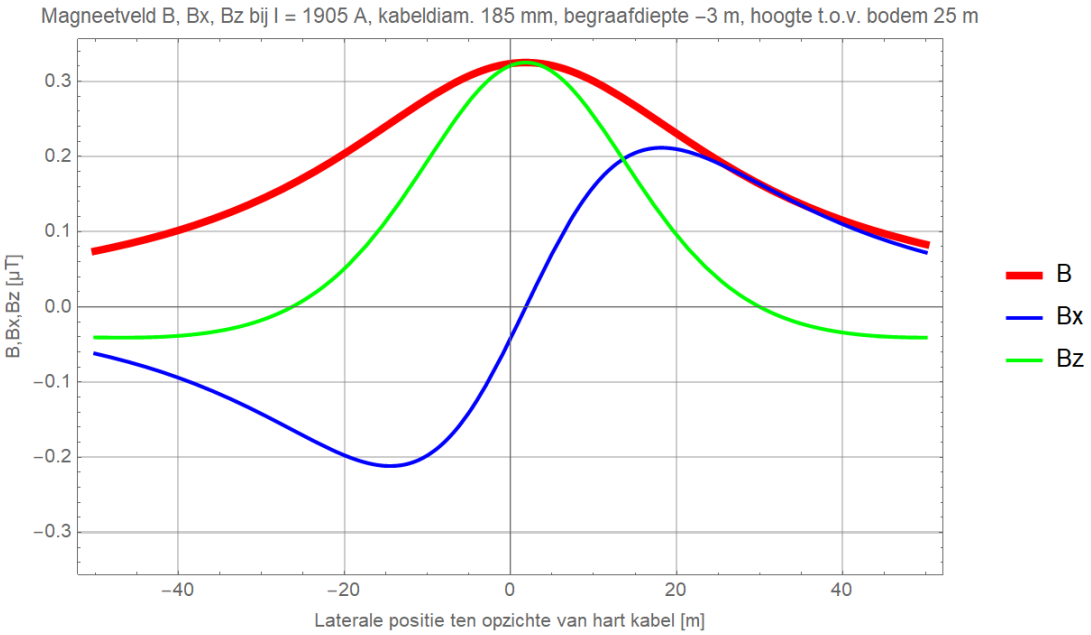
Figuur 57 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



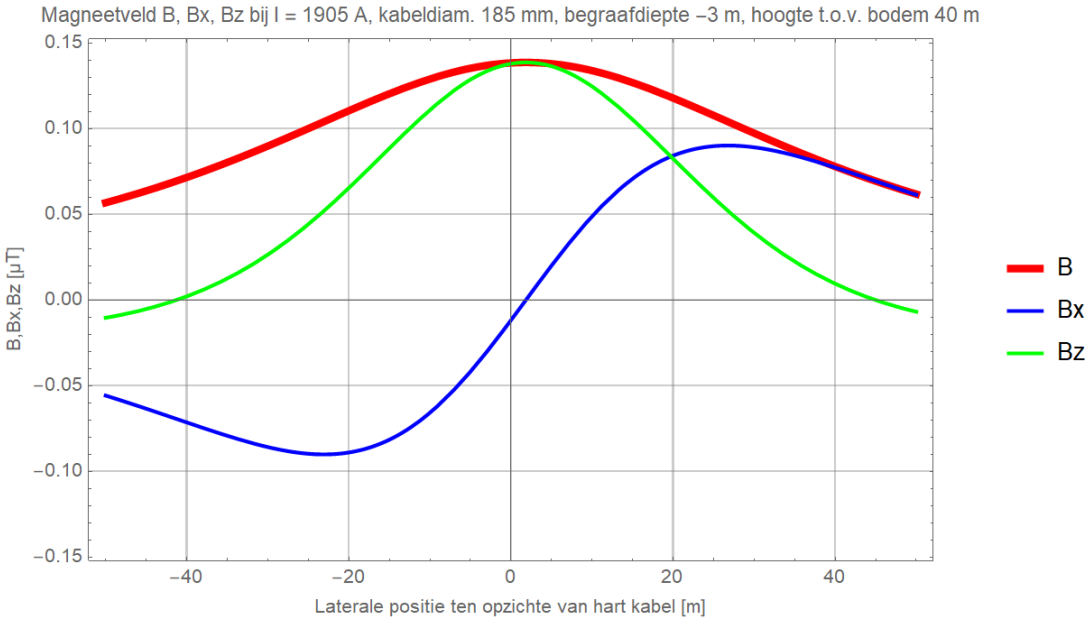
Figuur 58 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 59 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

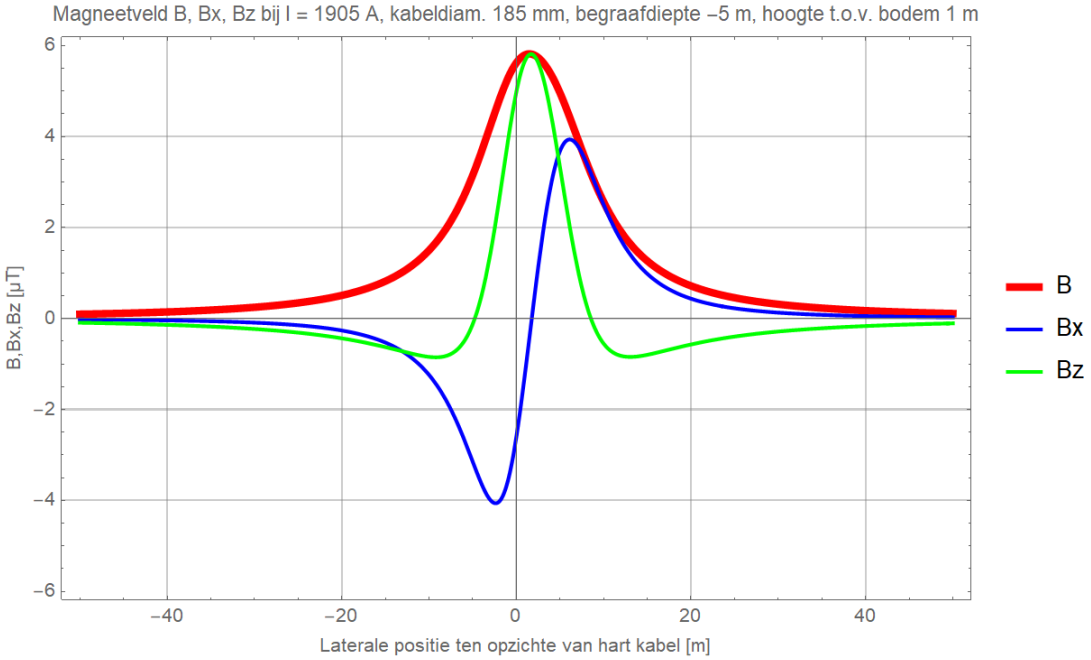


Figuur 60 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

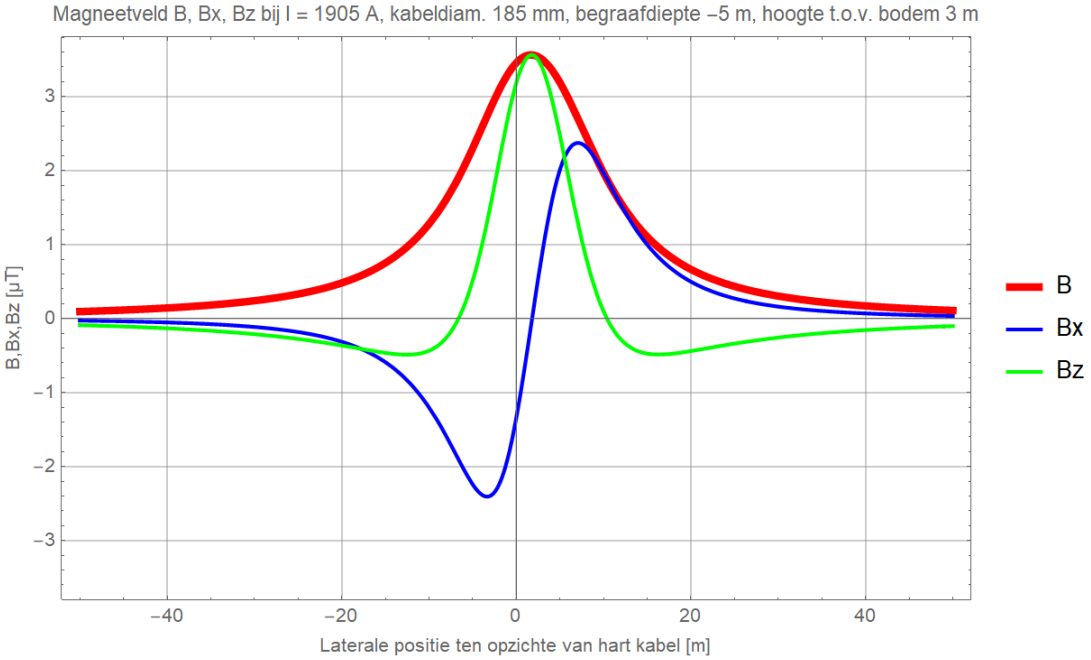


Figuur 61 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

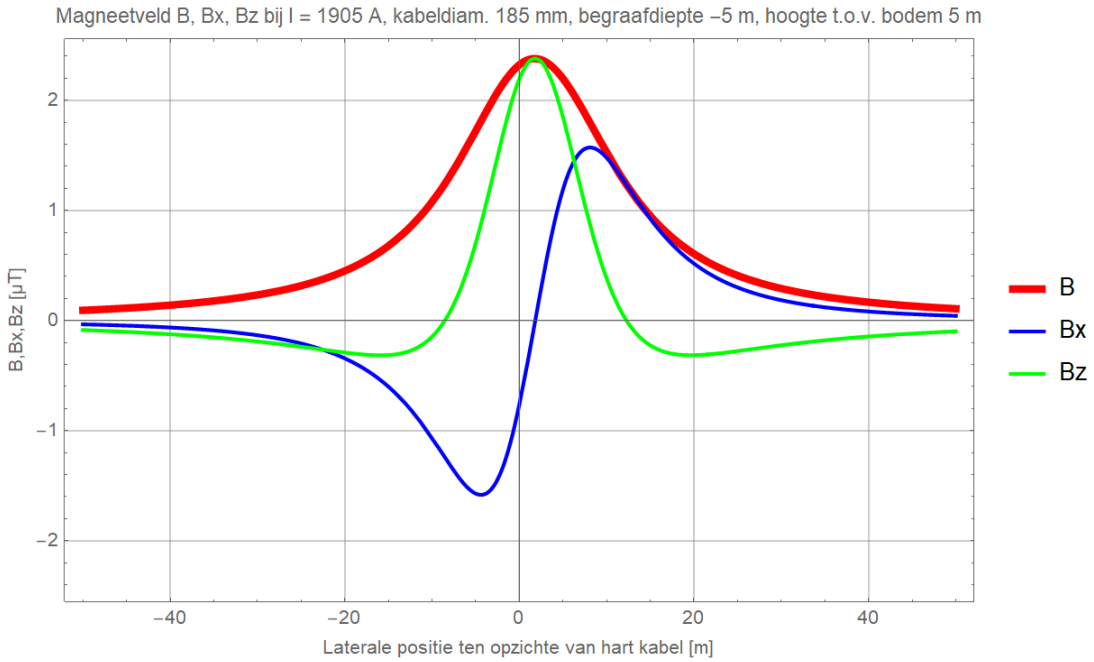
Begraafdiepte –5 m



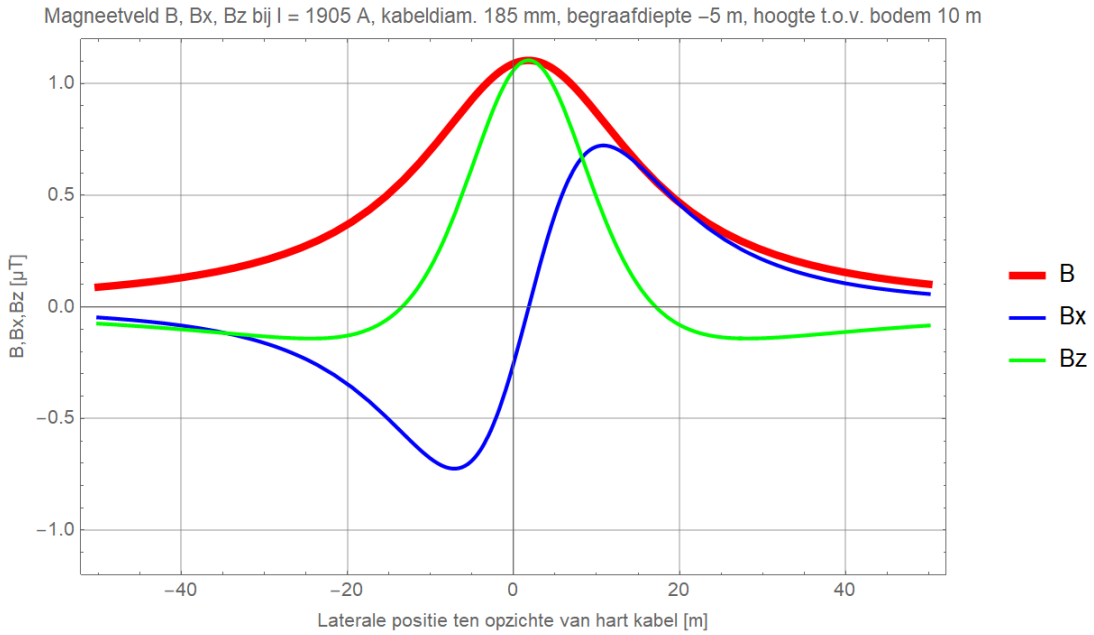
Figuur 62 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



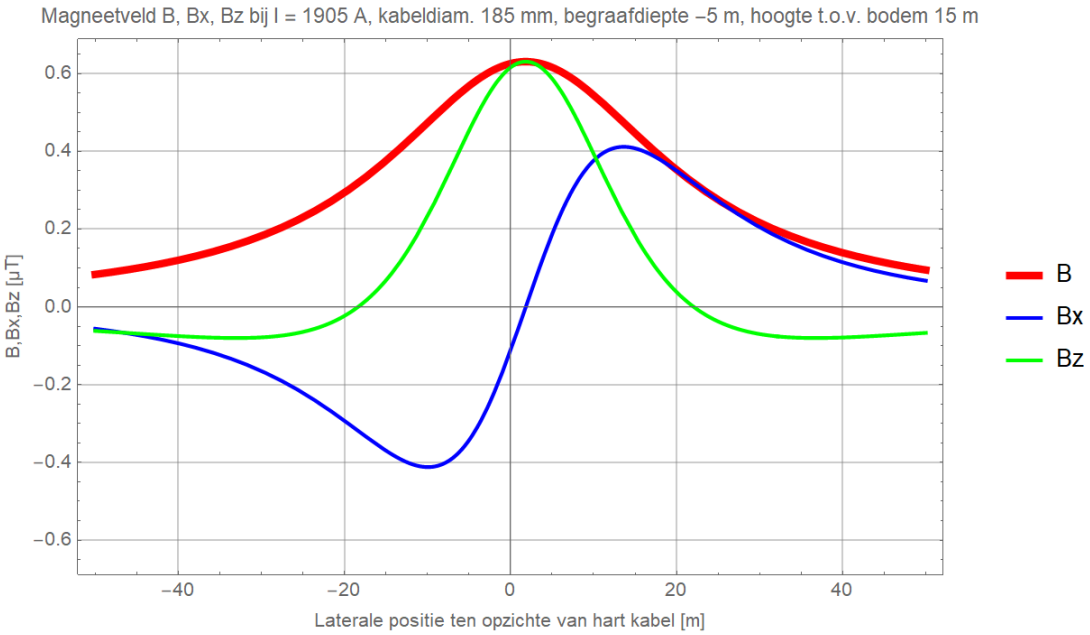
Figuur 63 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



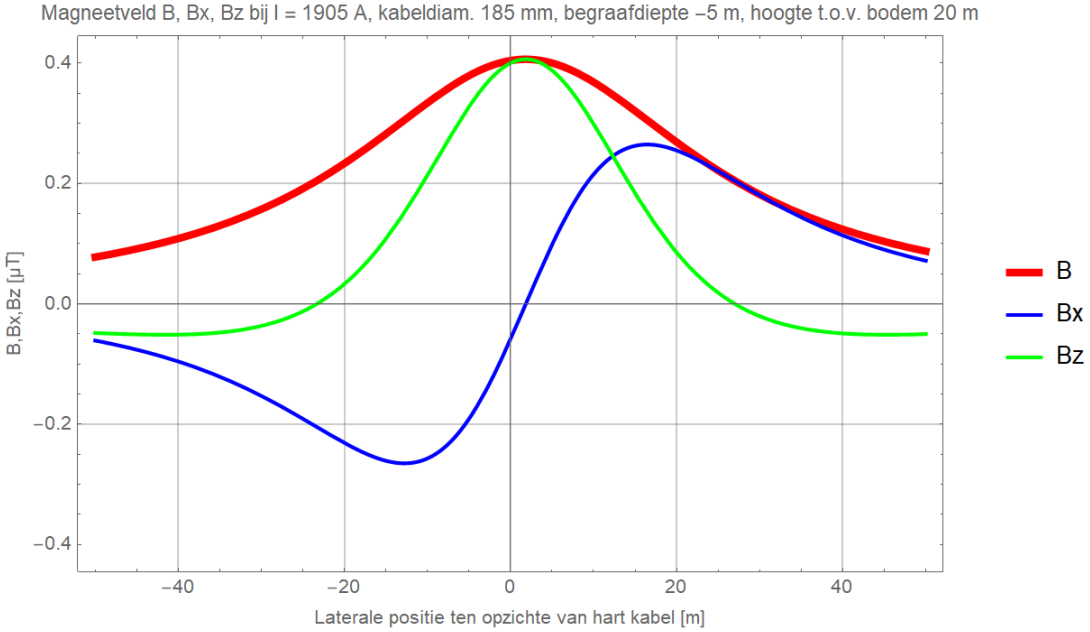
Figuur 64 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



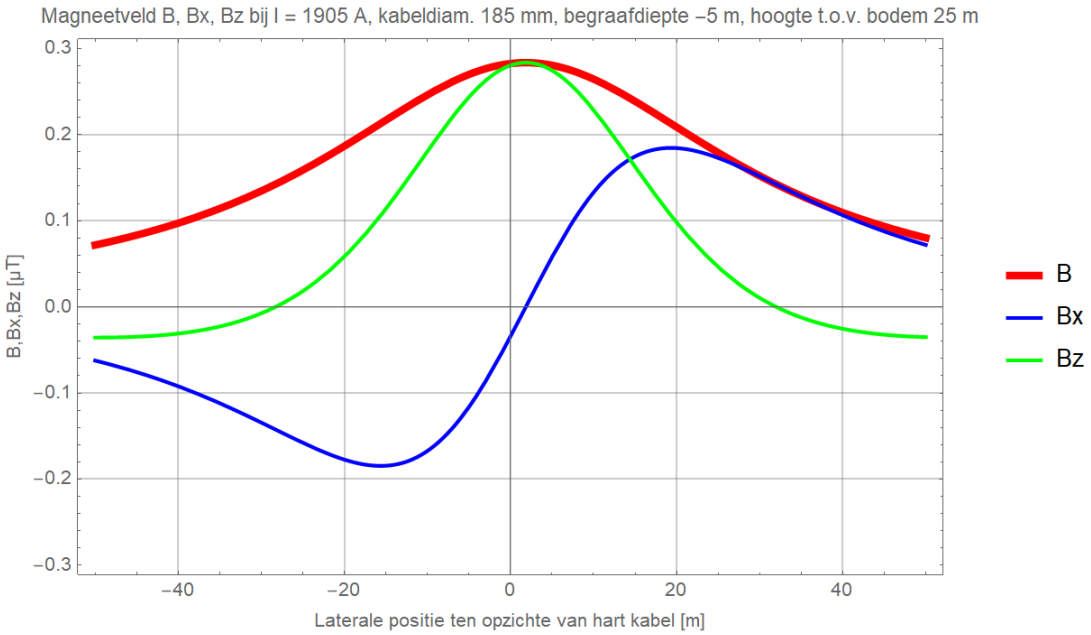
Figuur 65 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



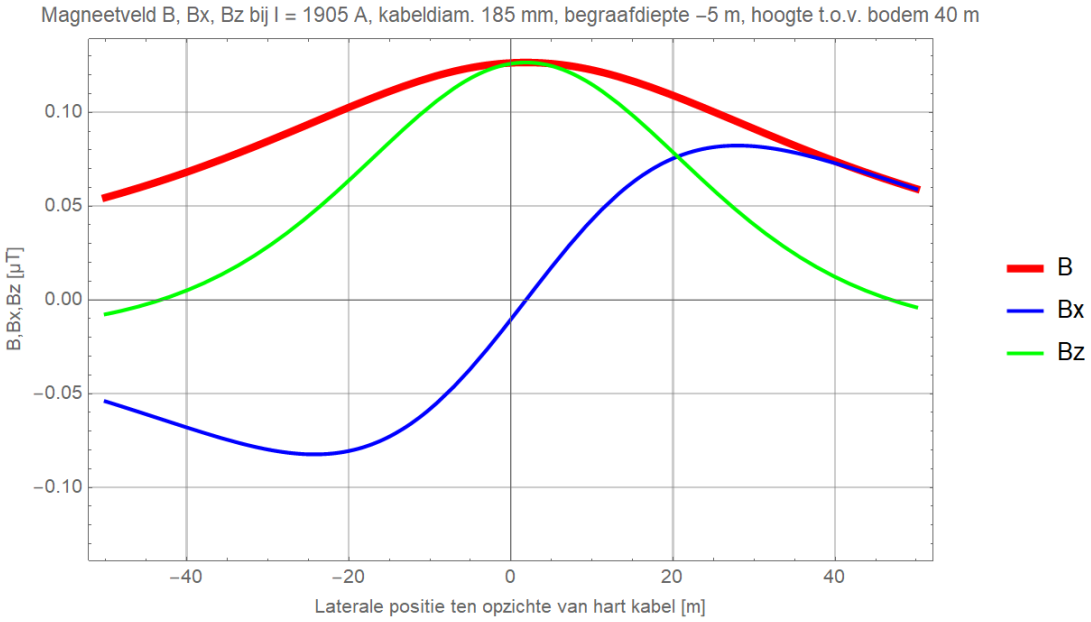
Figuur 66 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 67 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 68 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



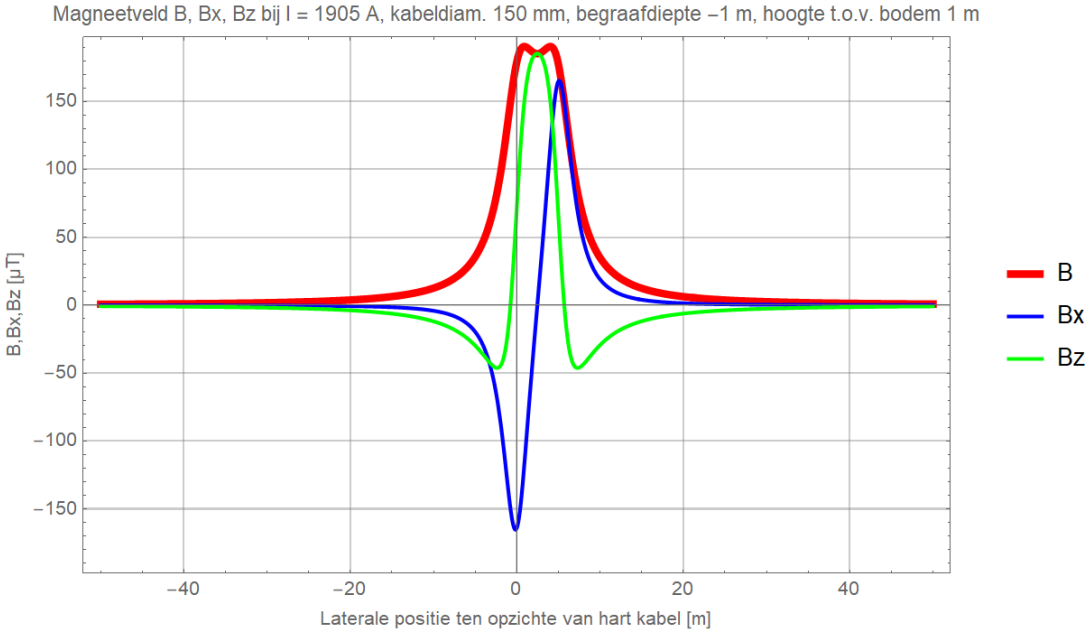
Figuur 69 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Bijlage 2: Magneetveldprofielen DMR 100% (storing of onderhoud: monopoolbedrijf op half vermogen)

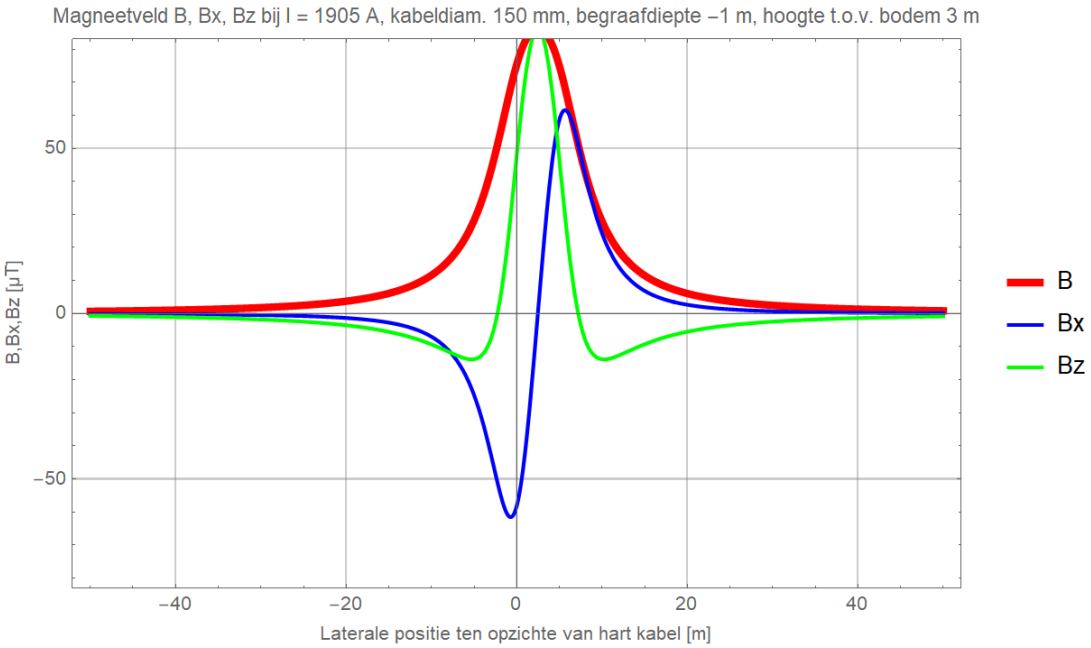
In onderstaande figuren geldt *x* = 0 voor het midden van het plus-minkabelkoppel.

Kabeldiameter 150 mm

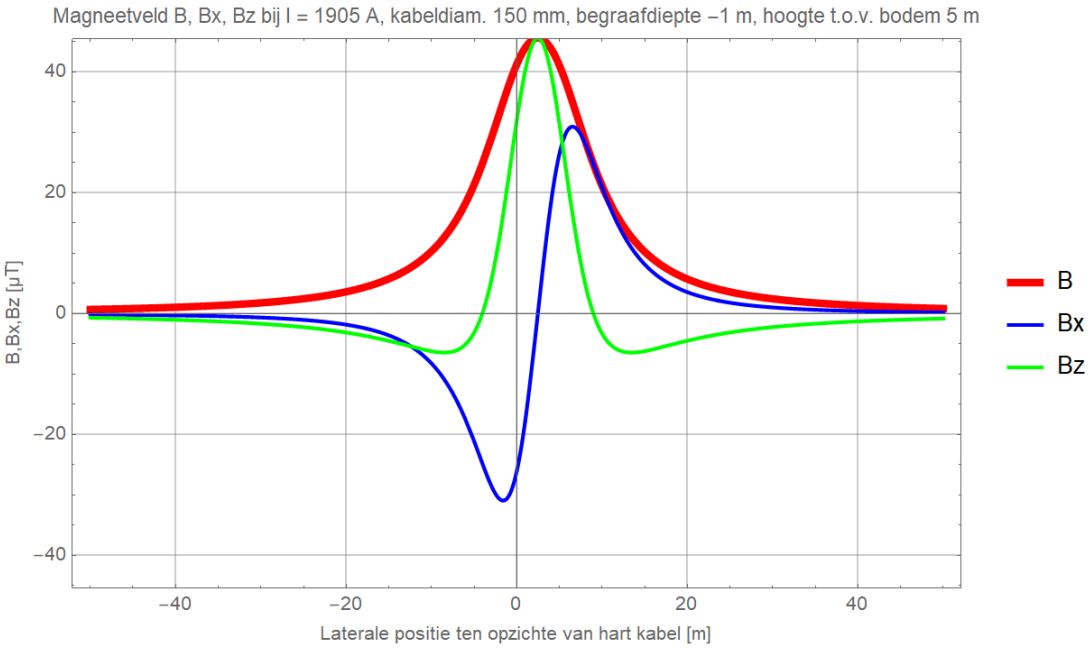
Begraafdiepte –1 m



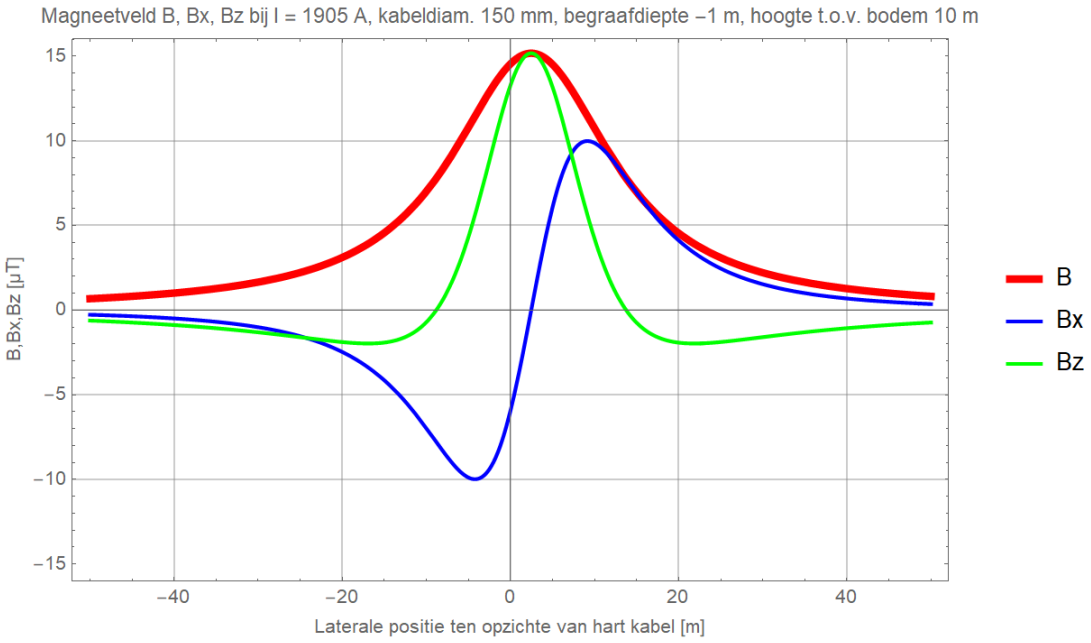
Figuur 70 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



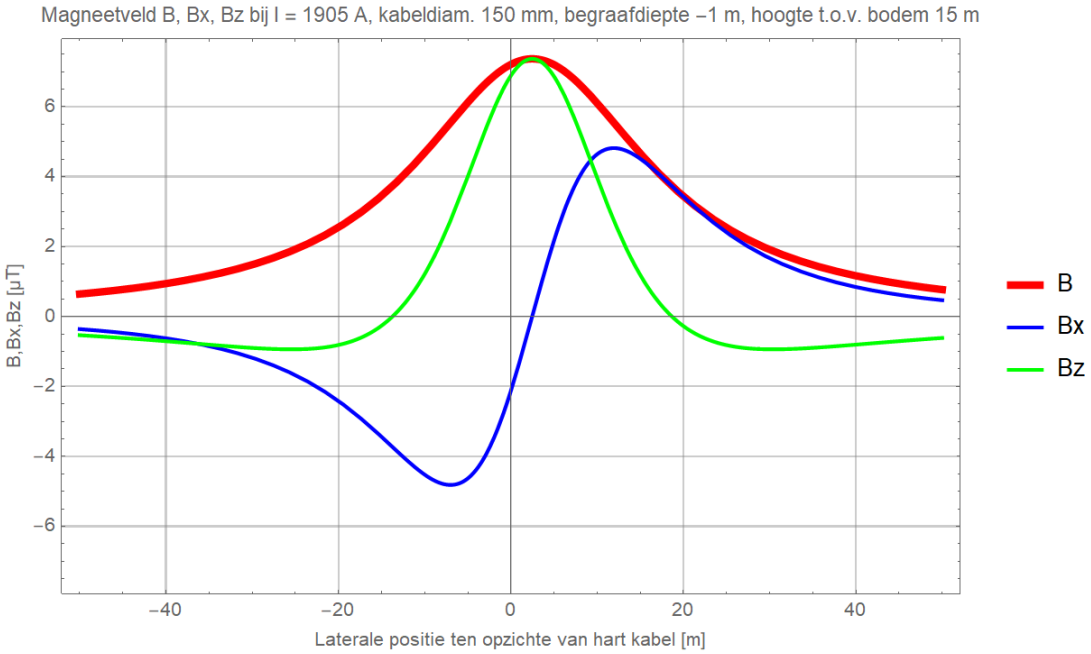
Figuur 71 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



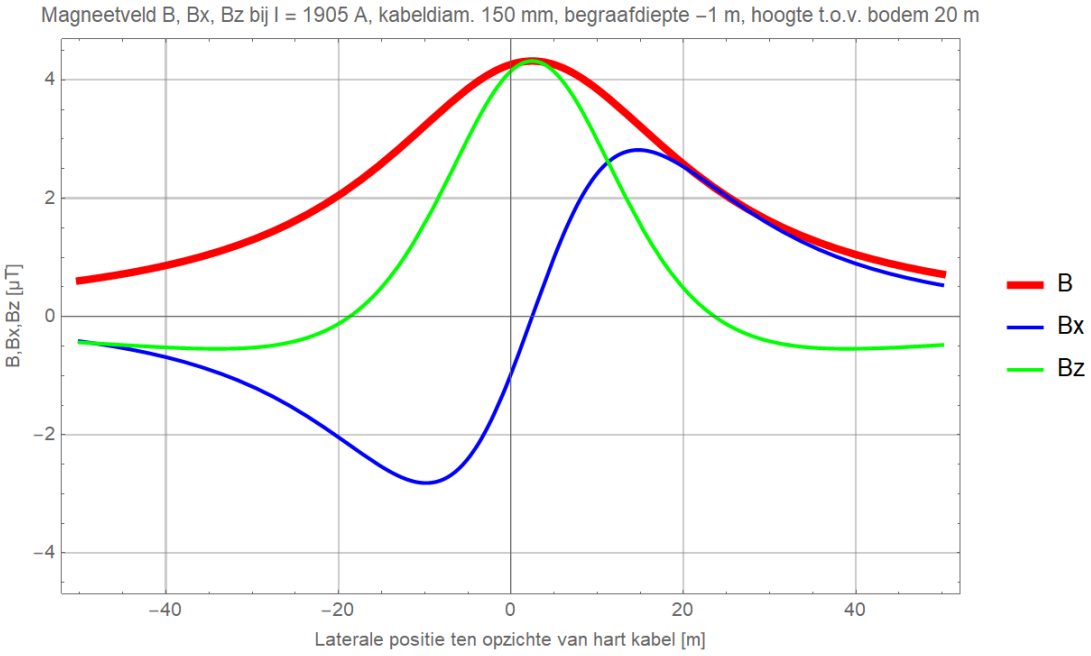
Figuur 72 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



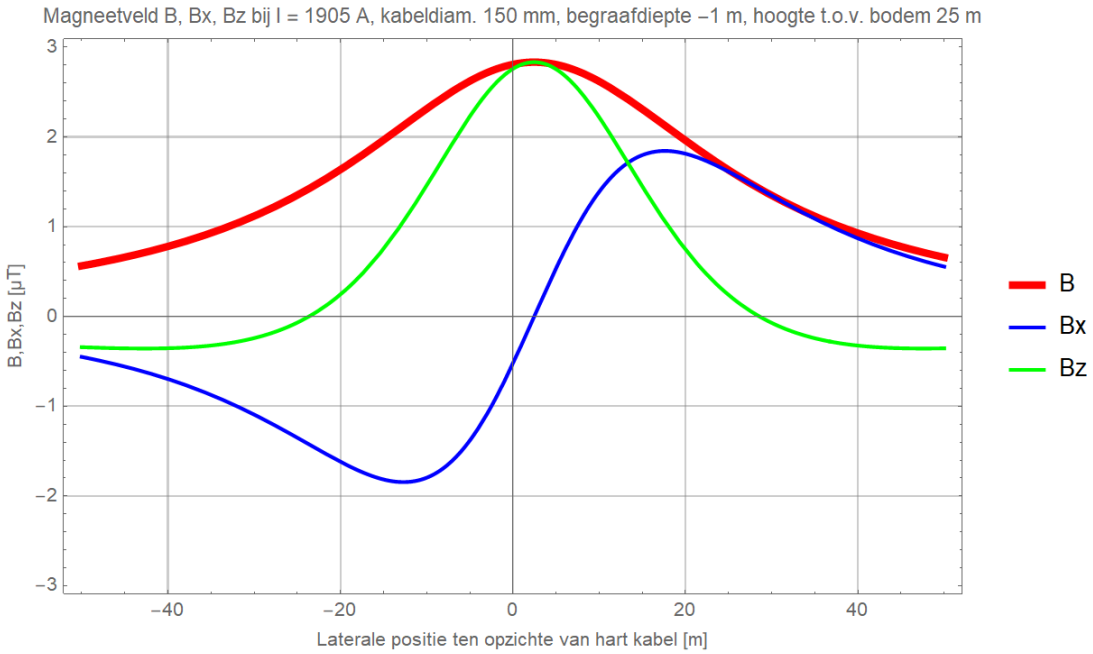
Figuur 73 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



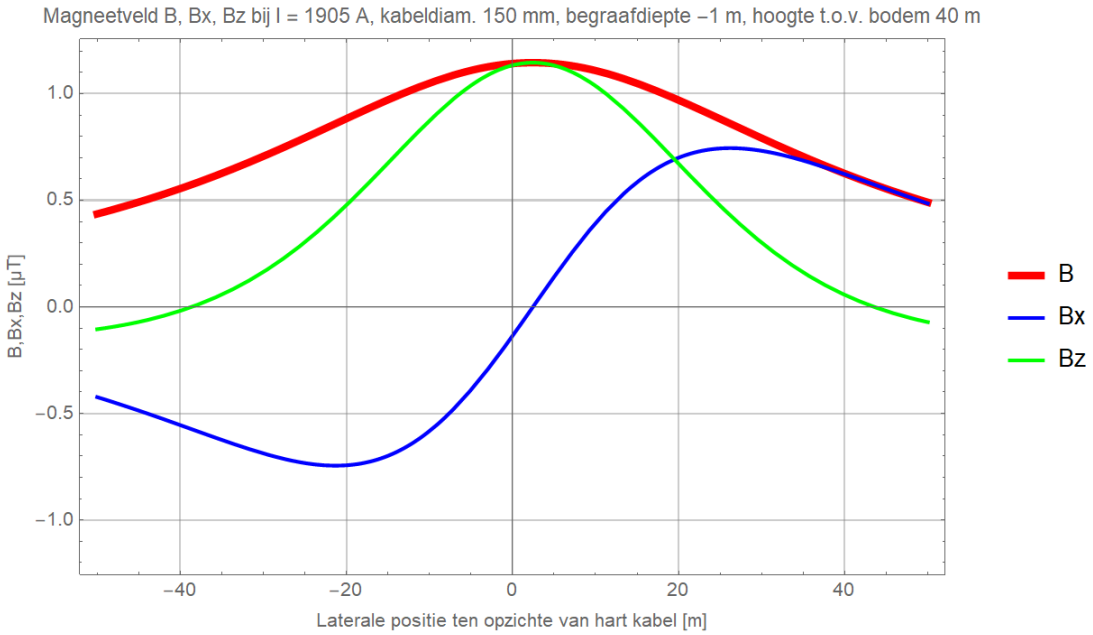
Figuur 74 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 75 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

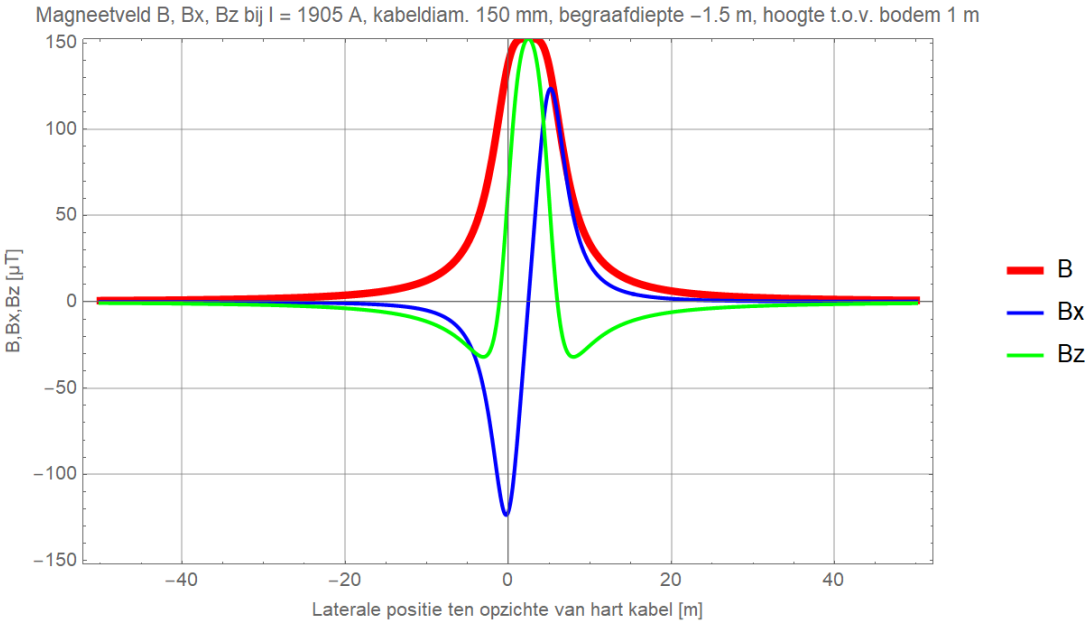


Figuur 76 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

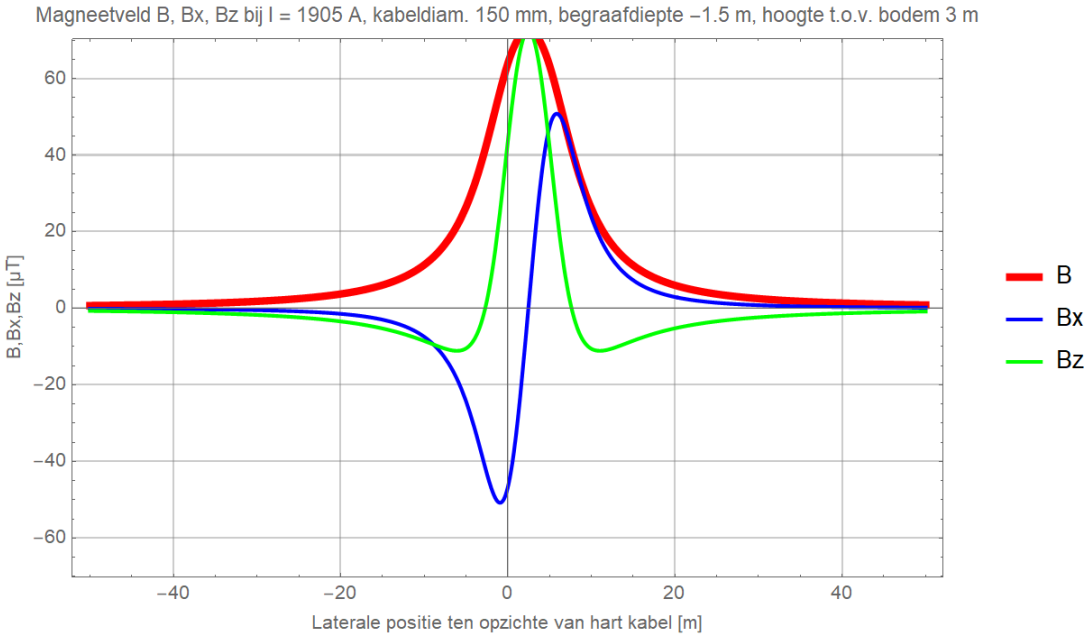


Figuur 77 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

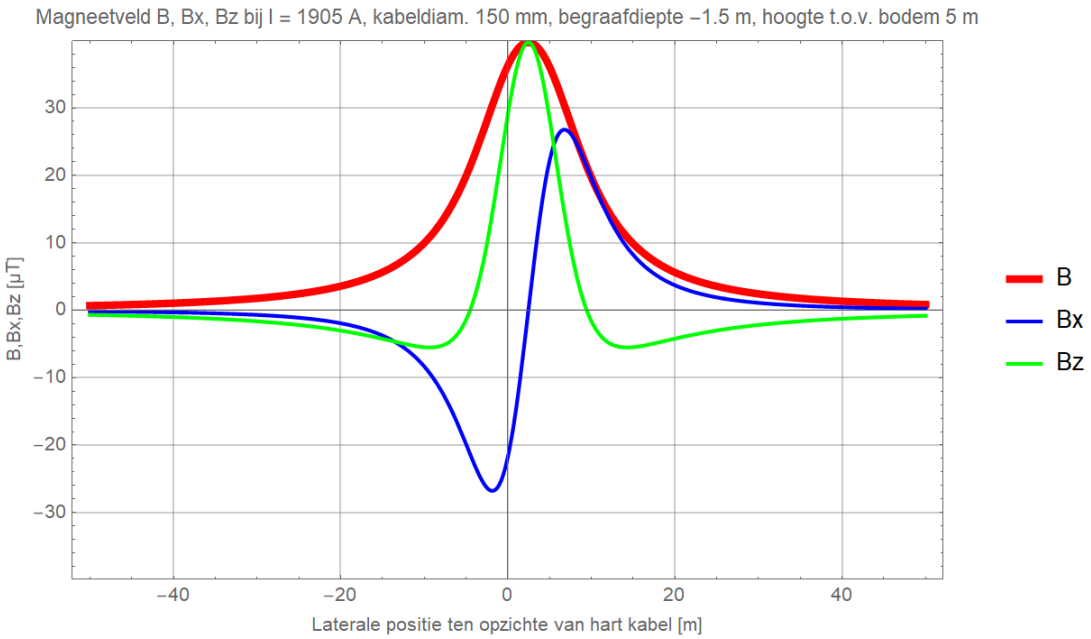
Begraafdiepte –1,5 m



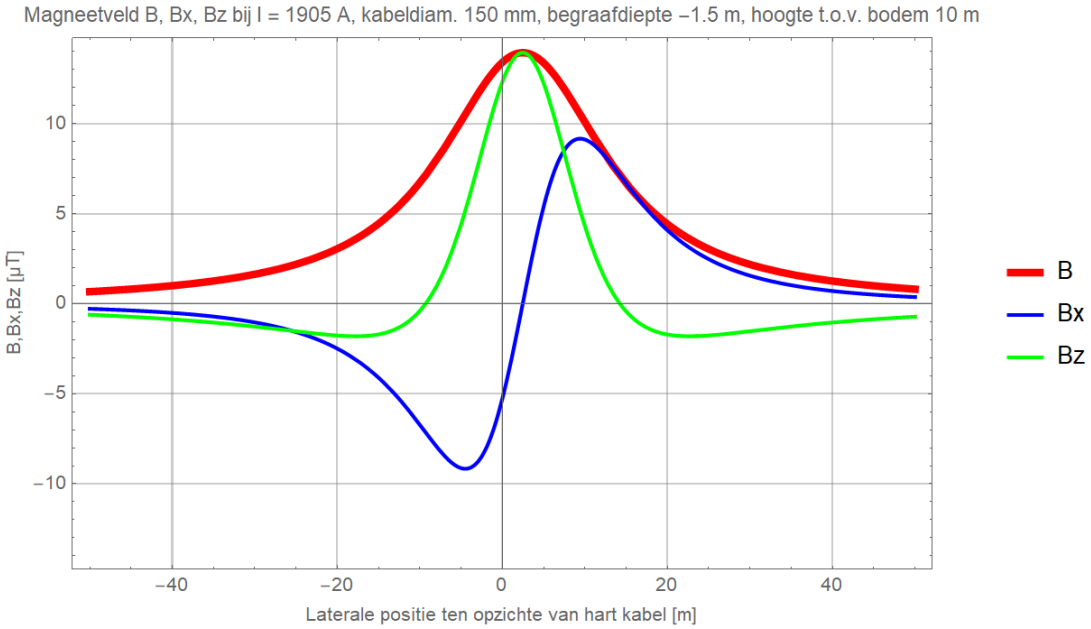
Figuur 78 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



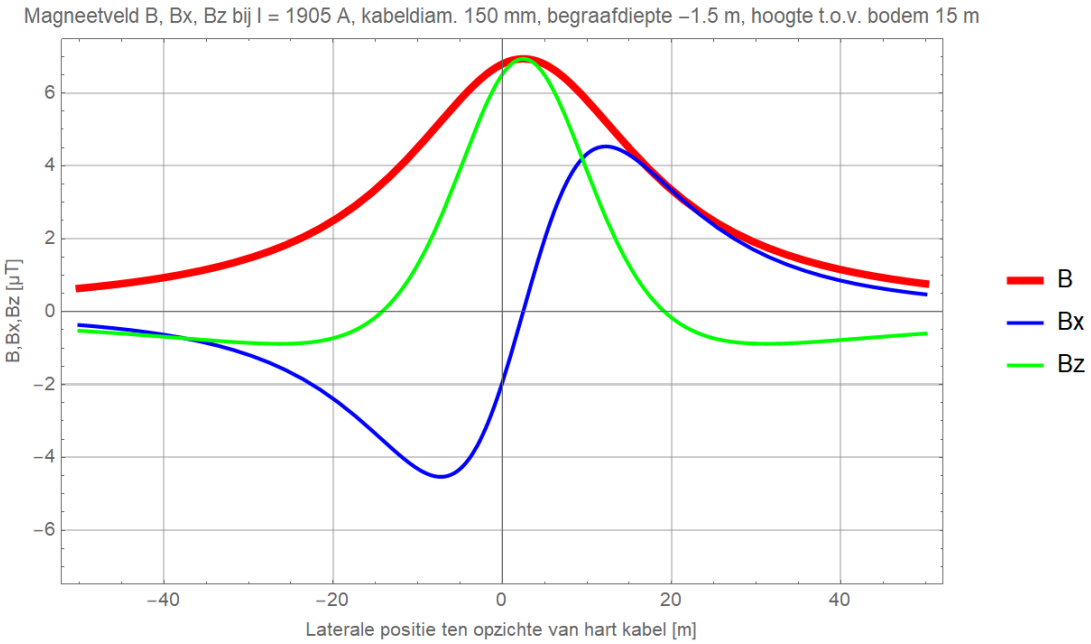
Figuur 79 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



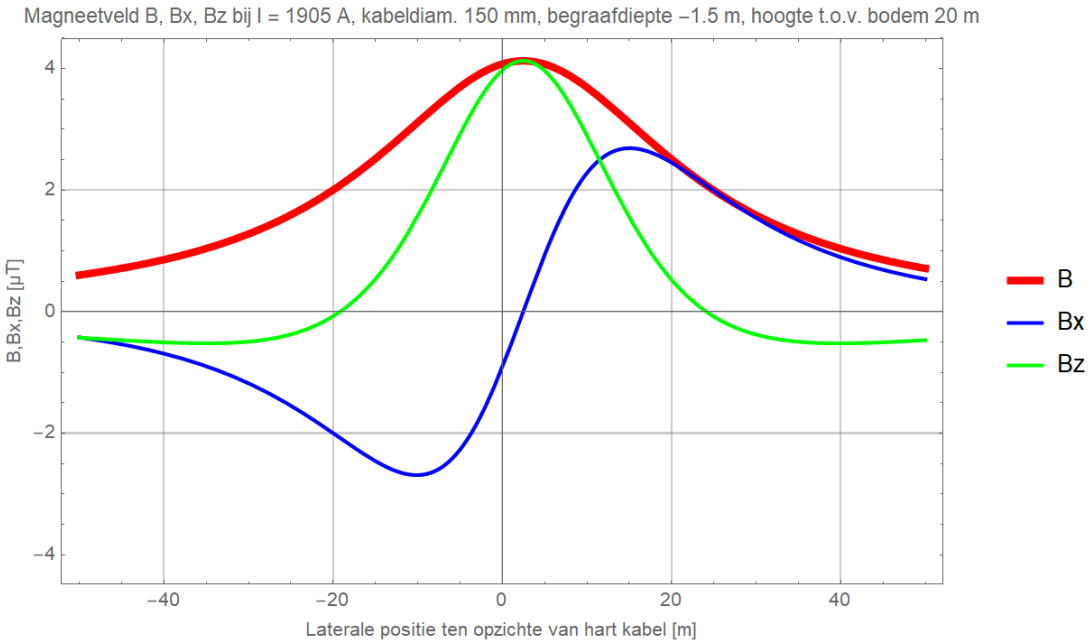
Figuur 80 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



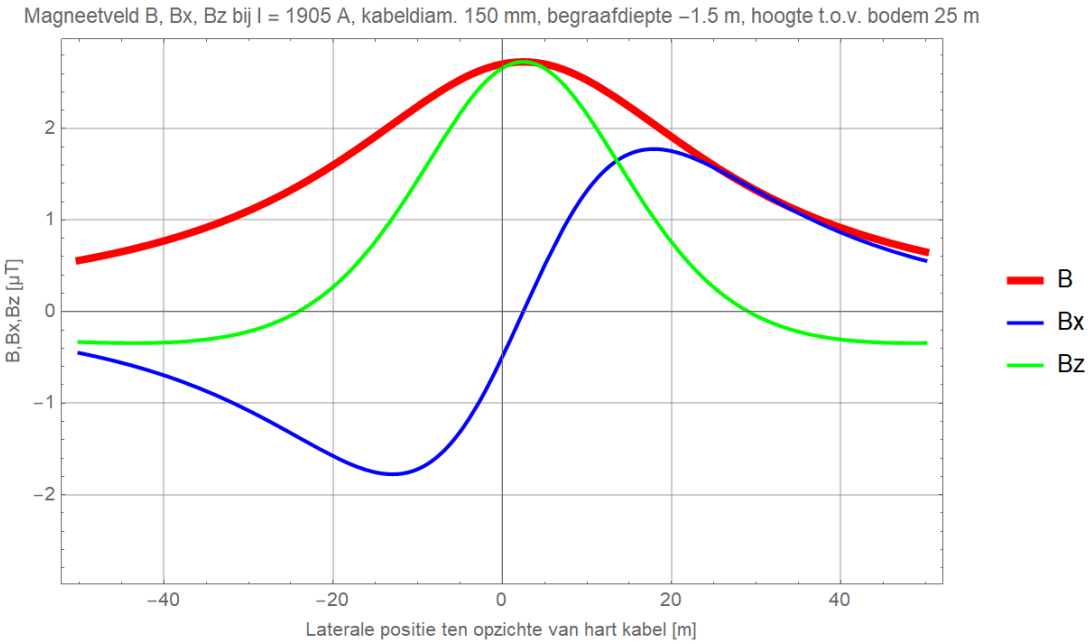
Figuur 81 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



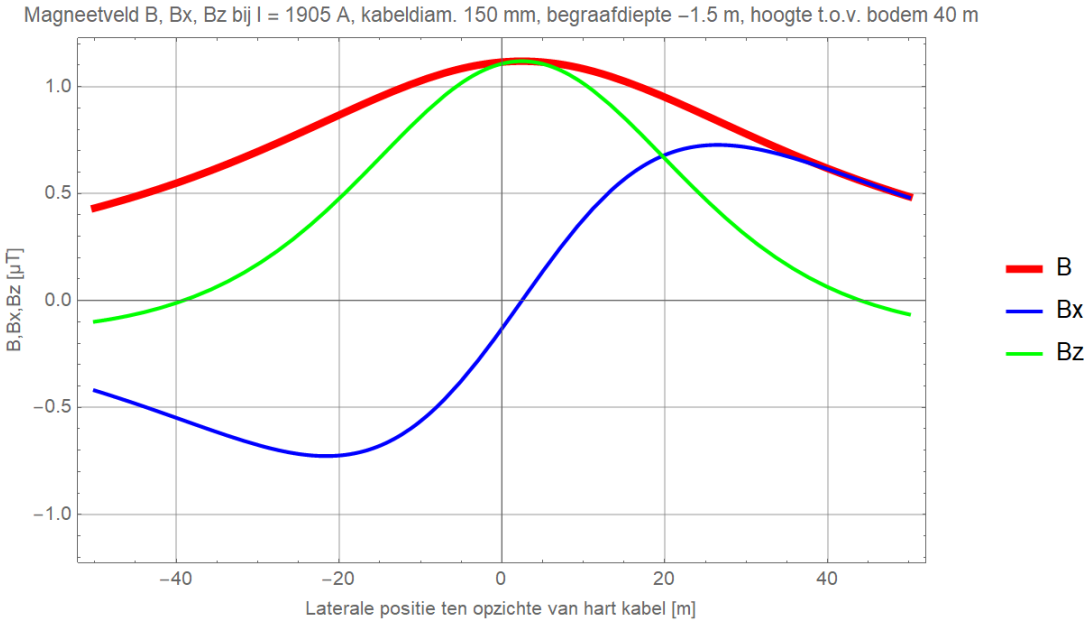
Figuur 82 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 83 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

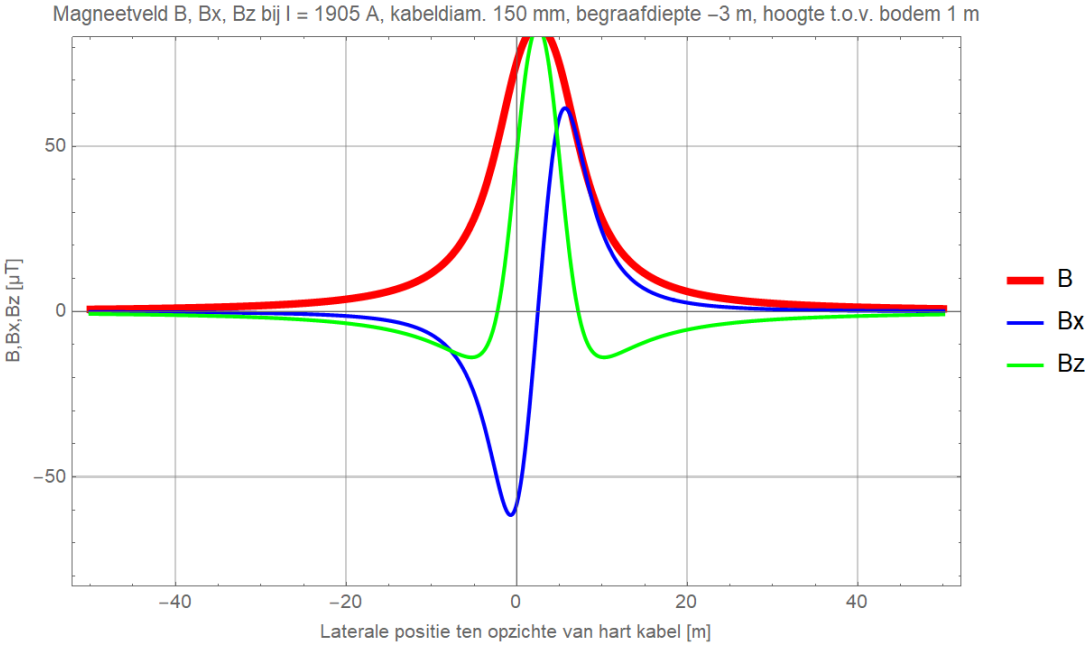


Figuur 84 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

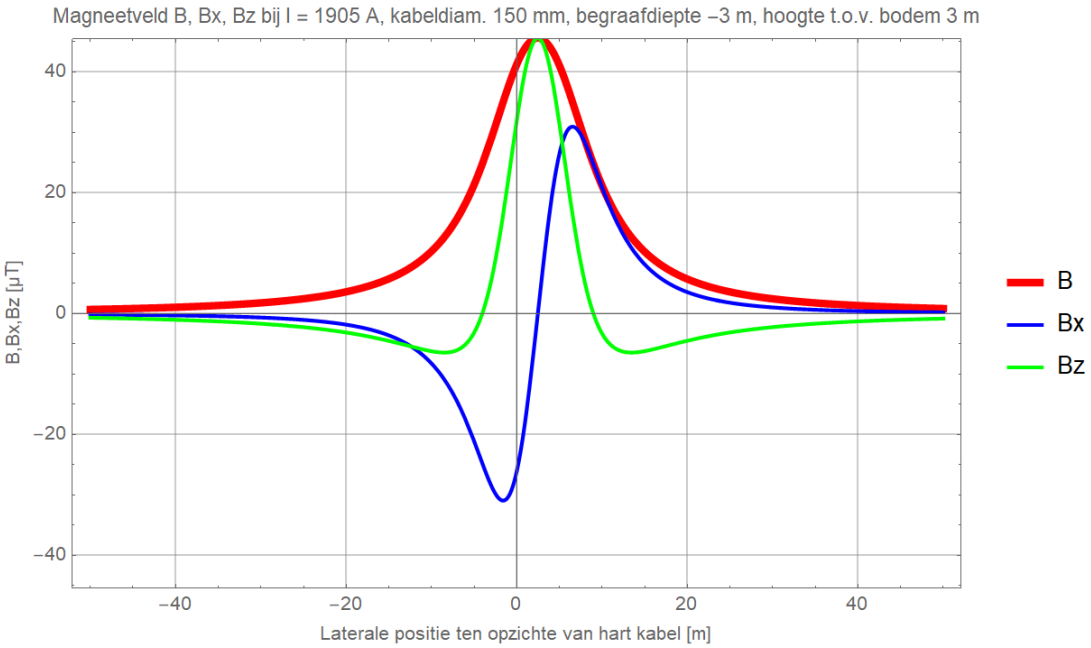


Figuur 85 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

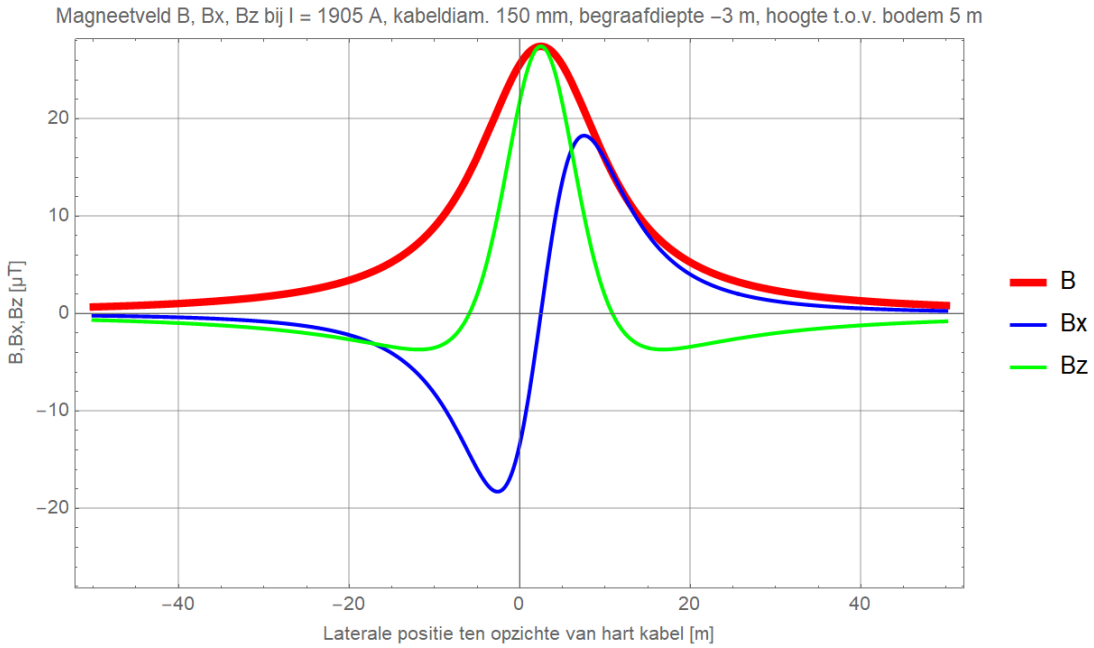
Begraafdiepte –3 m



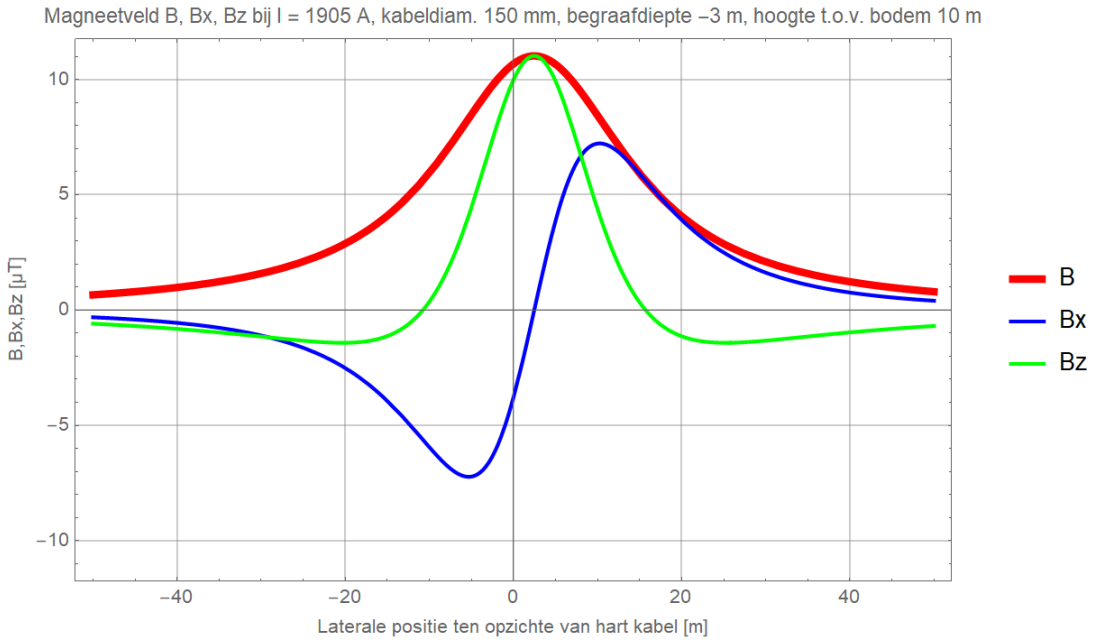
Figuur 86 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



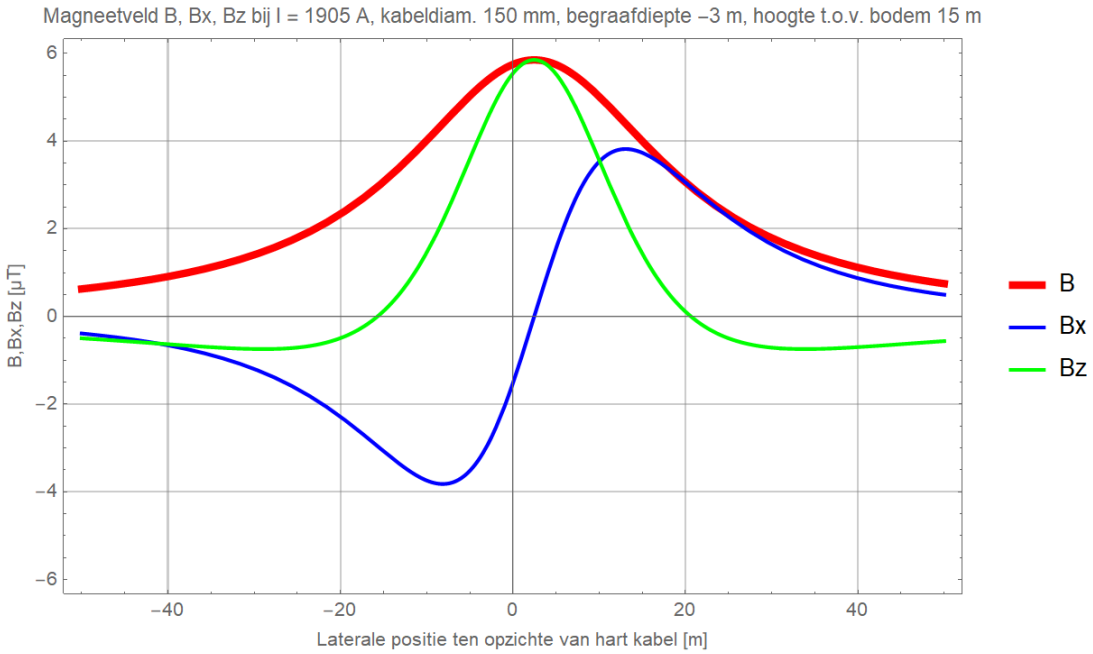
Figuur 87 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



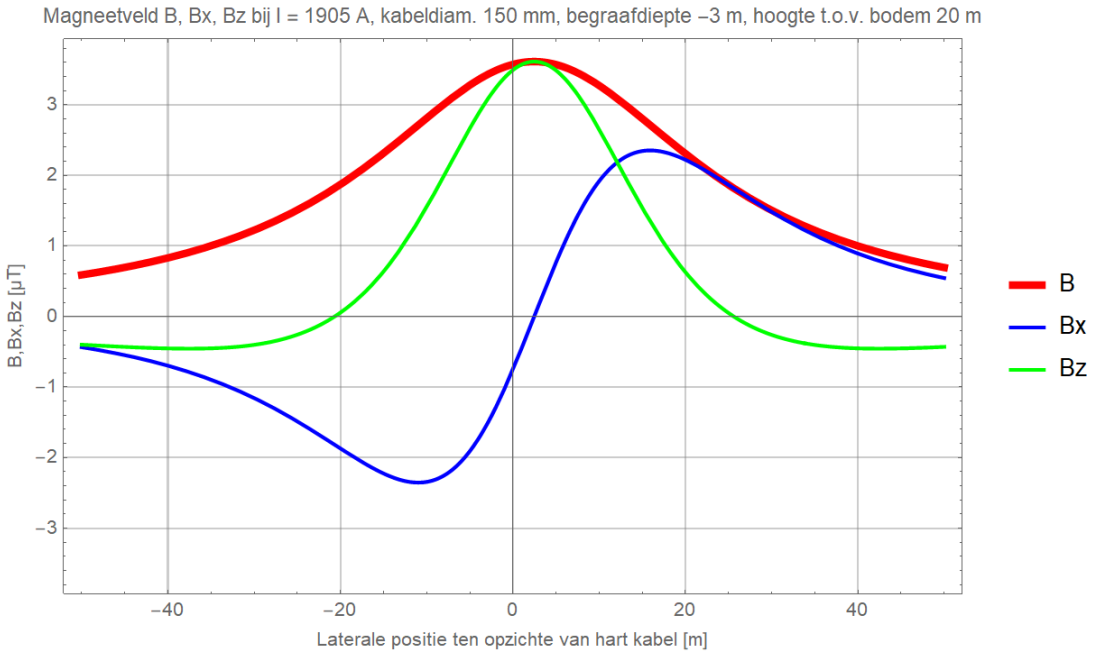
Figuur 88 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



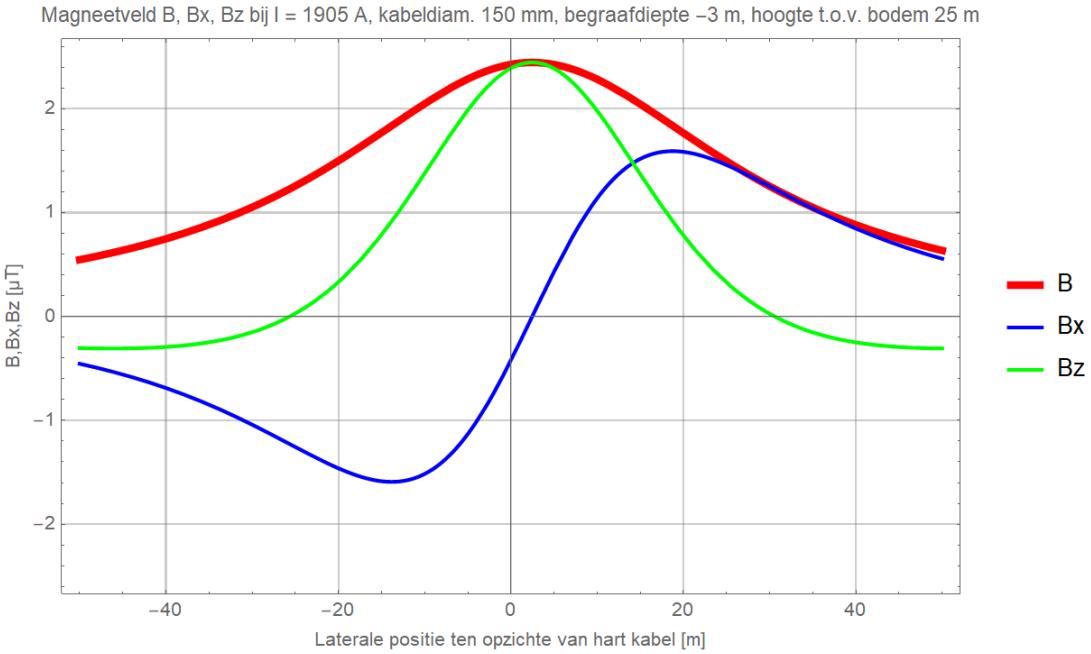
Figuur 89 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



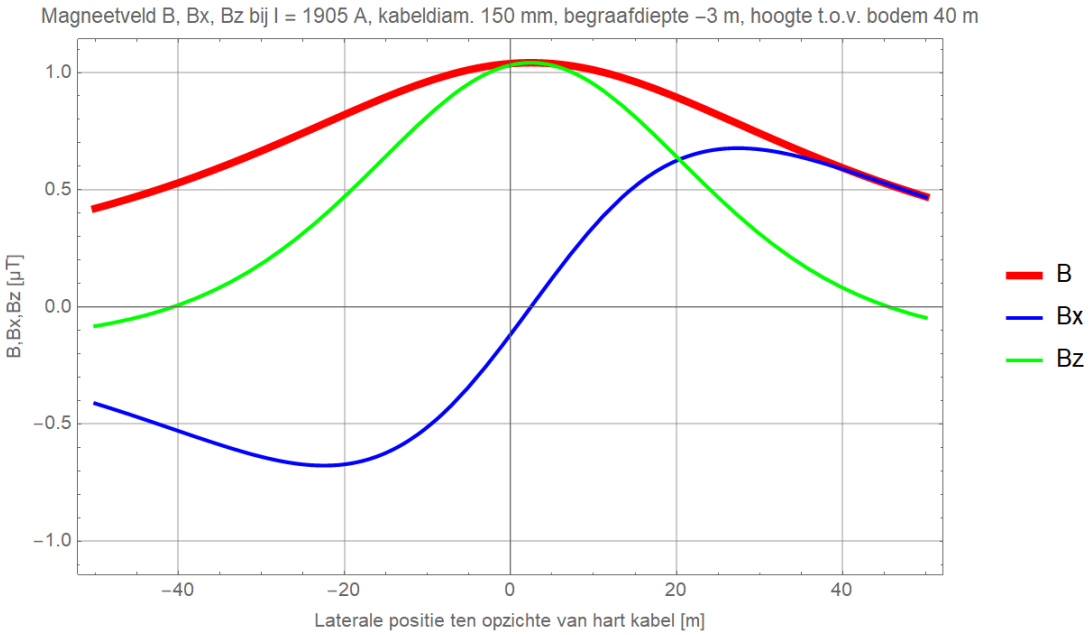
Figuur 90 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 91 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

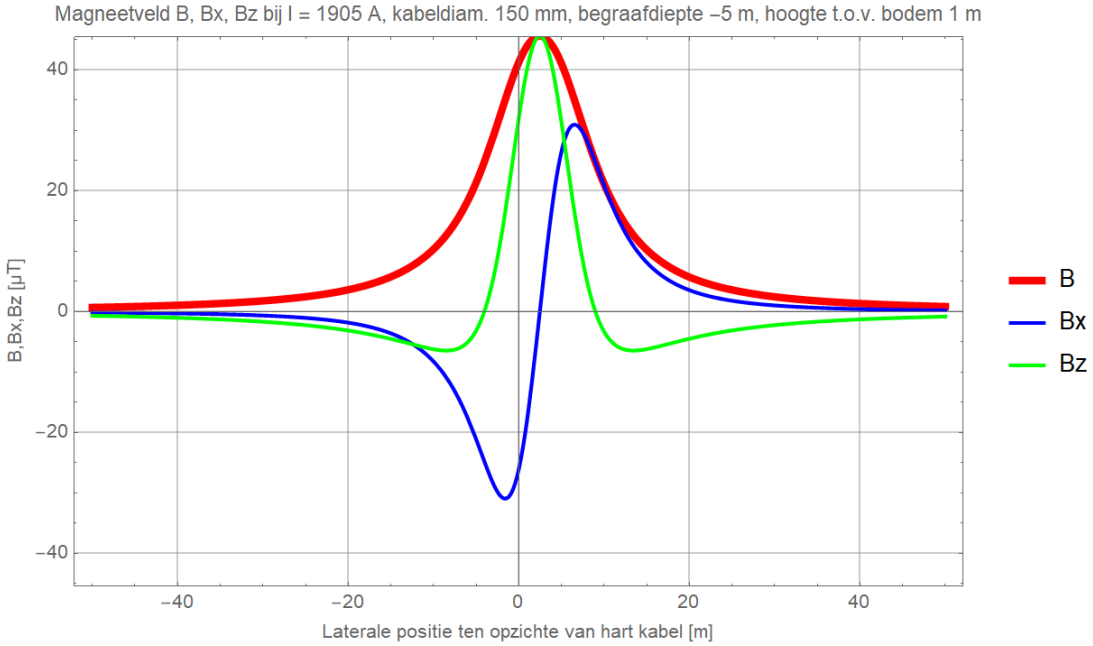


Figuur 92 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

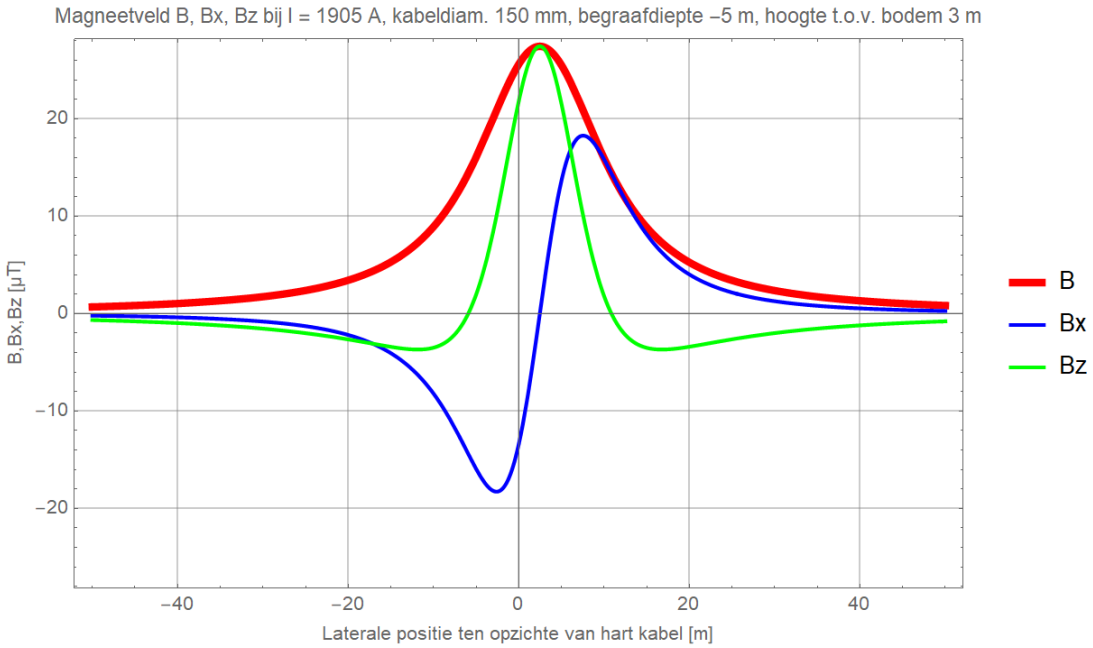


Figuur 93 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

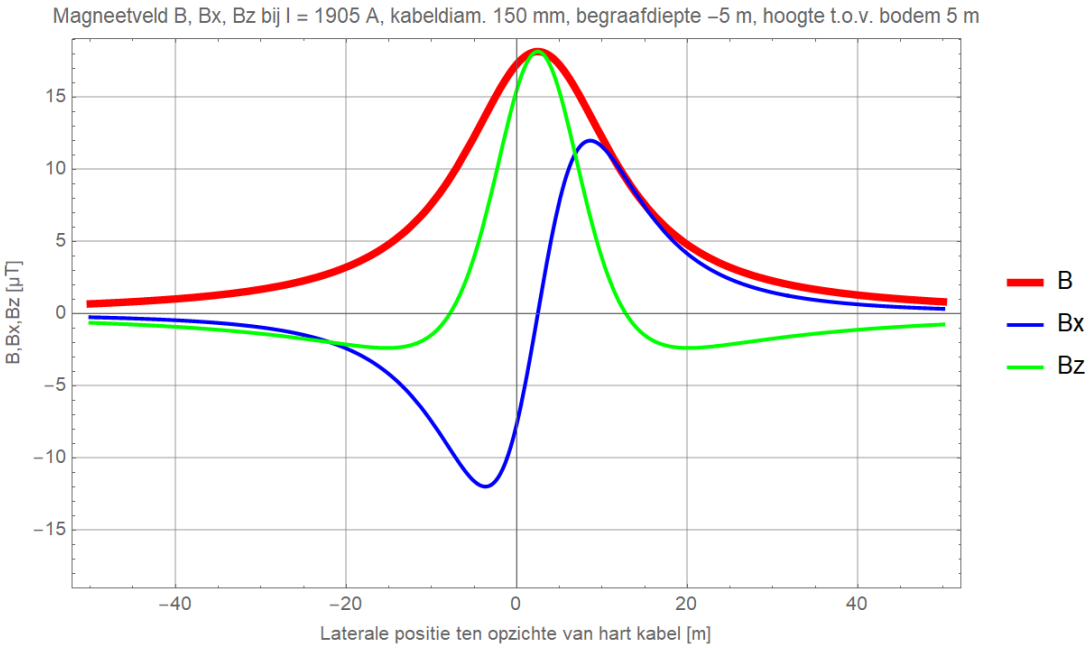
Begraafdiepte –5 m



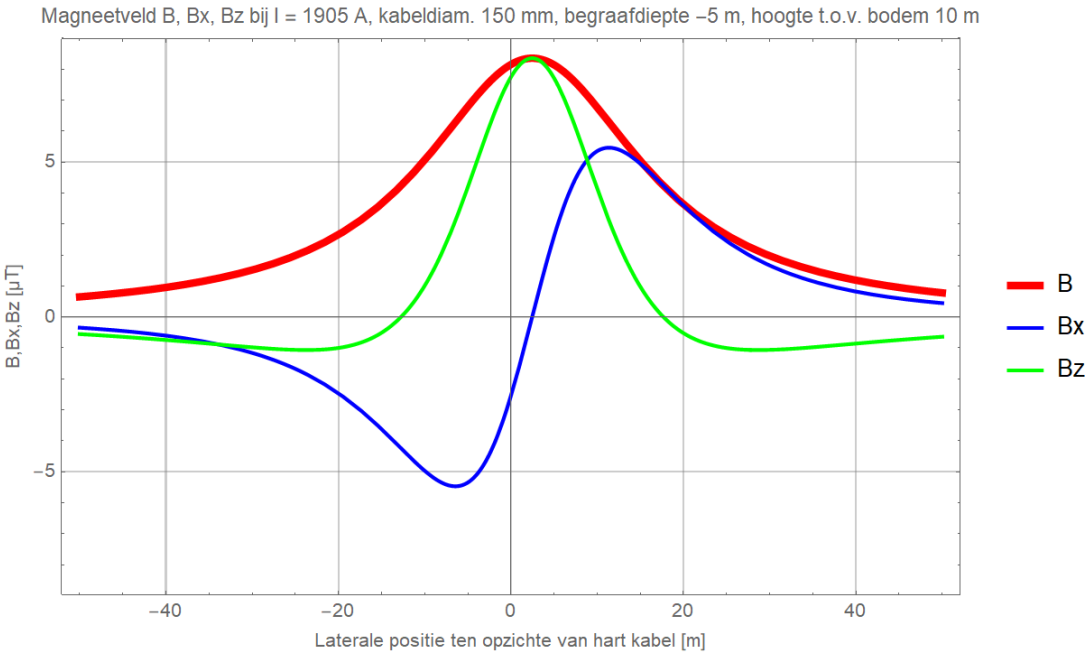
Figuur 94 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



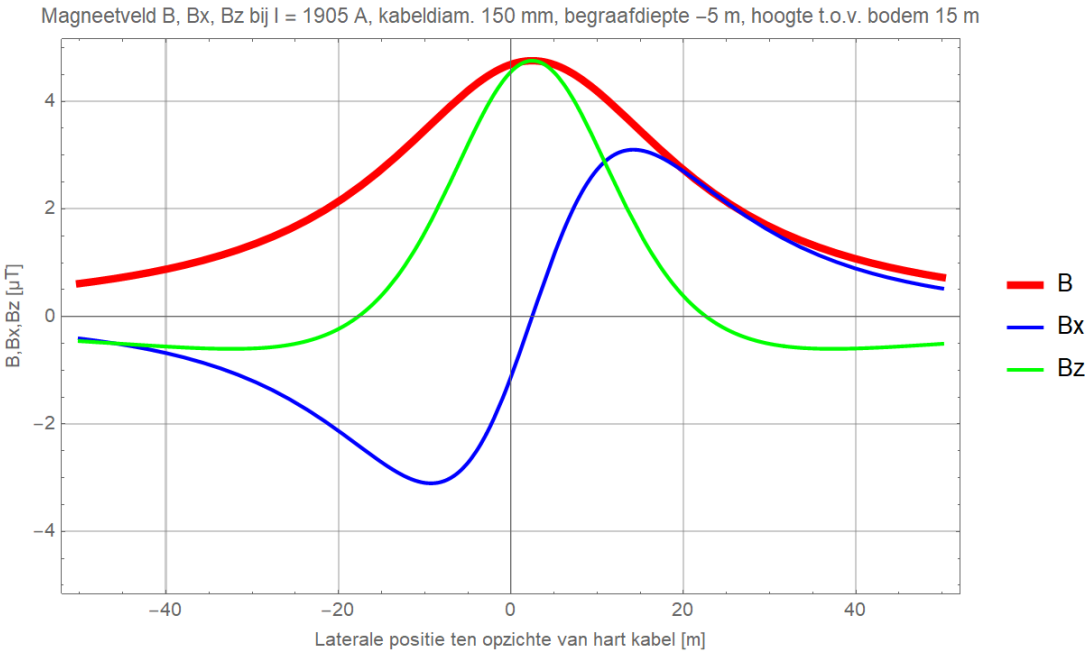
Figuur 95 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



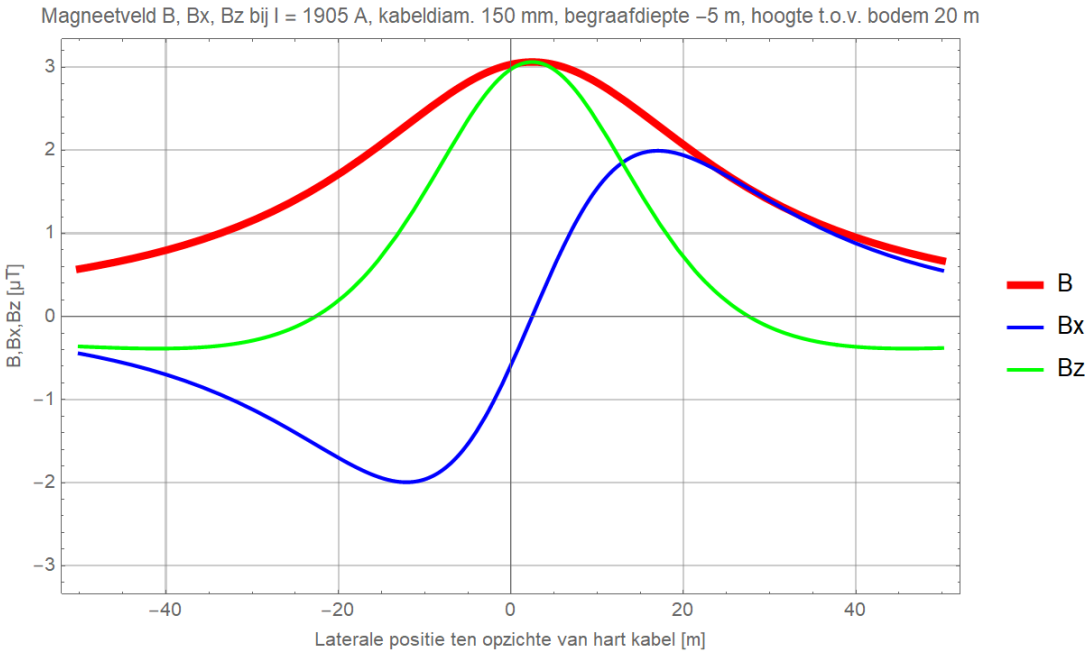
Figuur 96 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



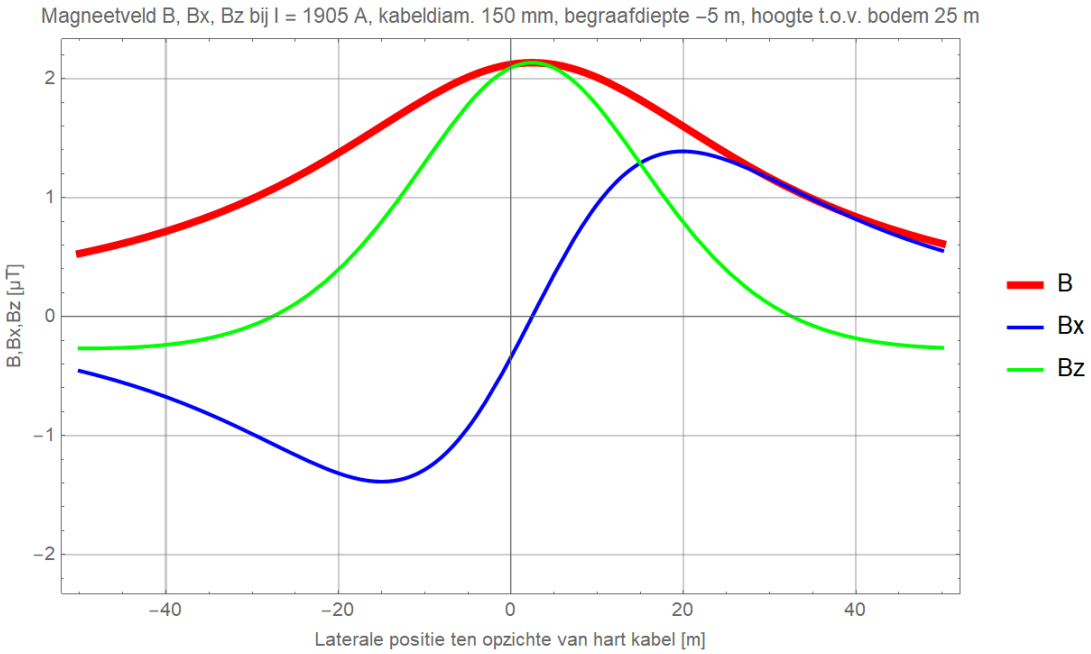
Figuur 97 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



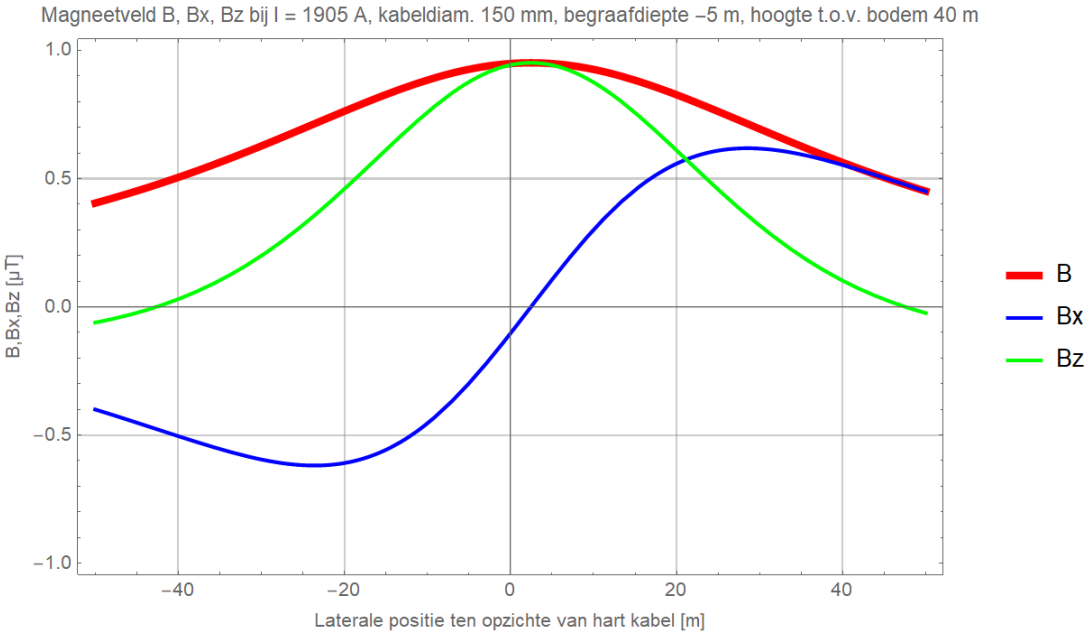
Figuur 98 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 99 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



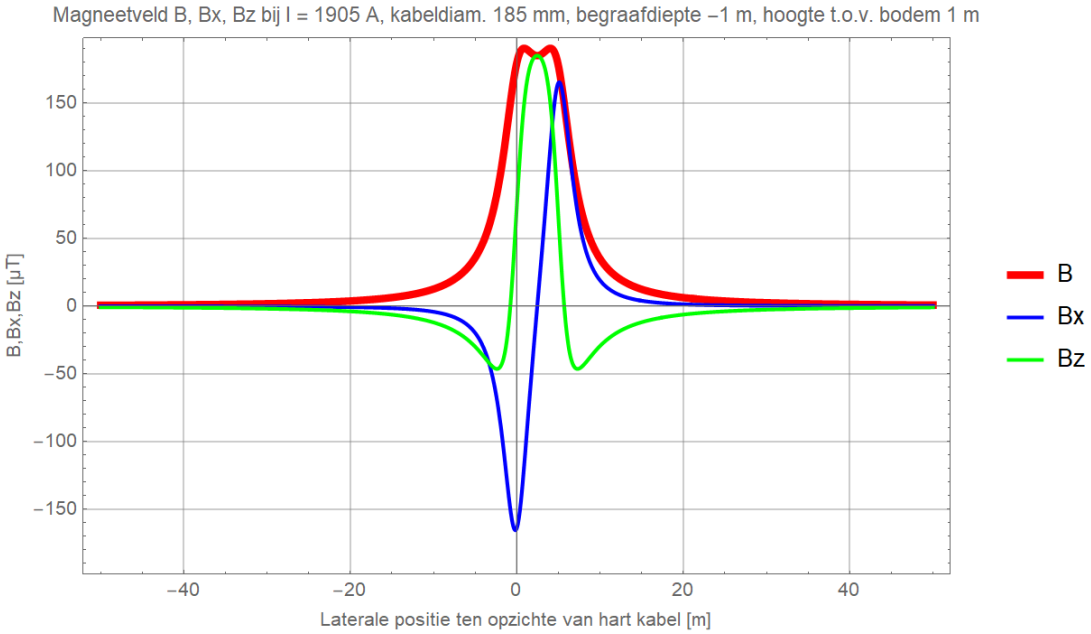
Figuur 100 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



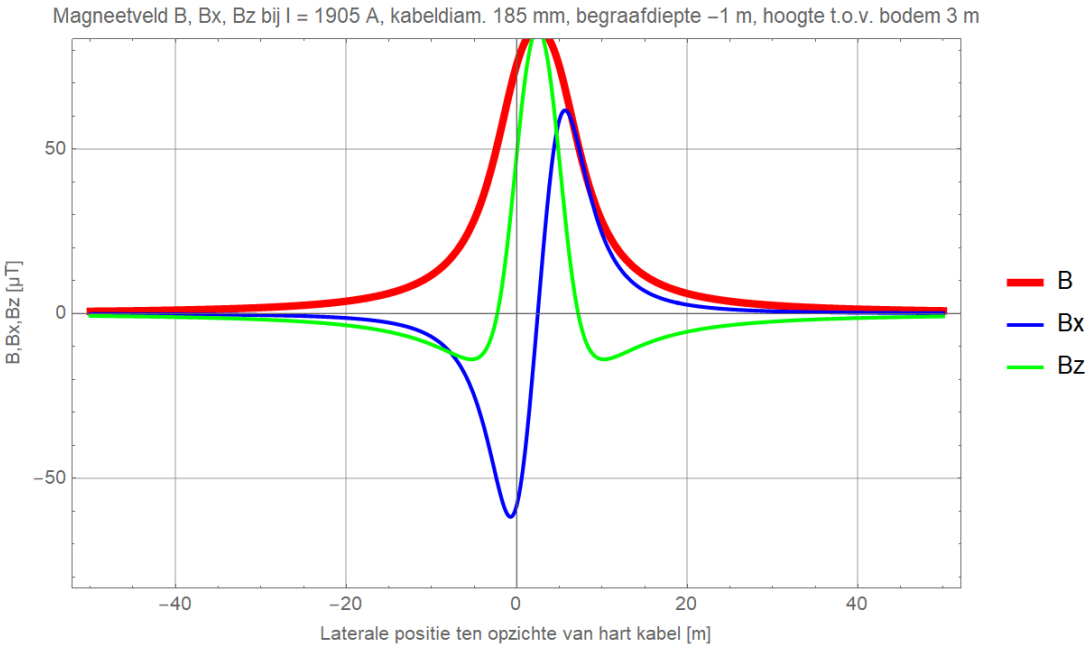
Figuur 101 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Kabeldiameter 185 mm

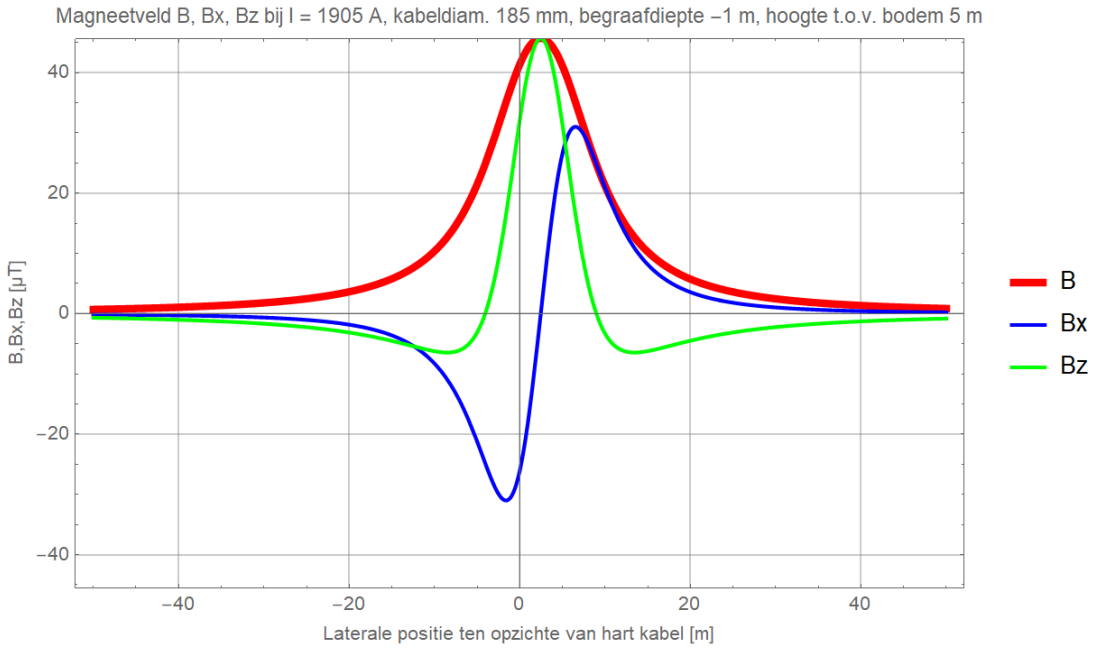
Begraafdiepte –1 m



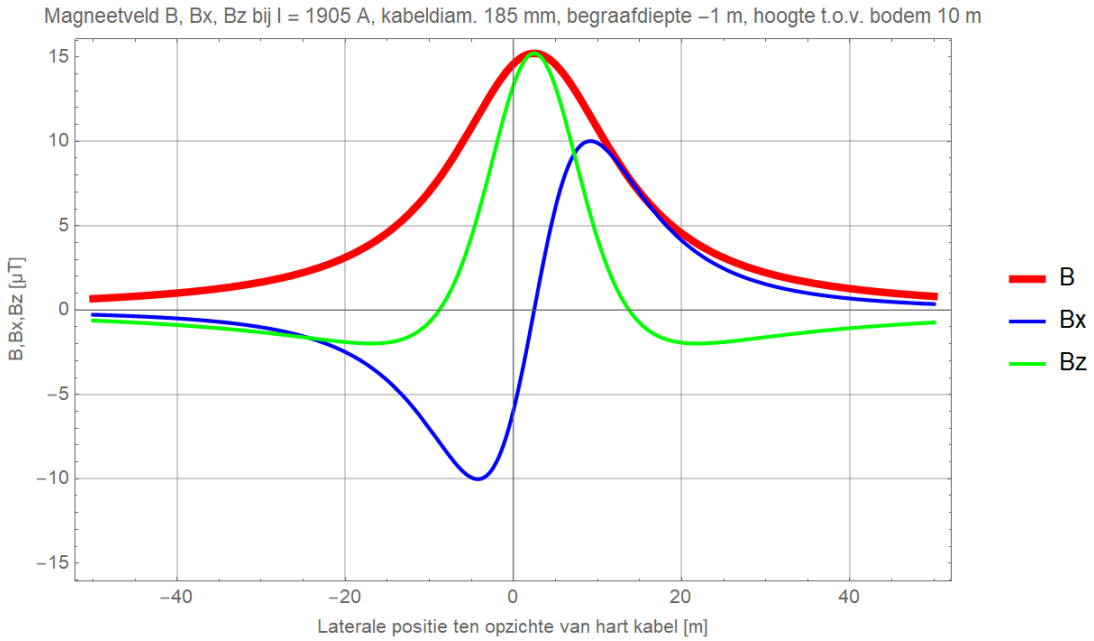
Figuur 102 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



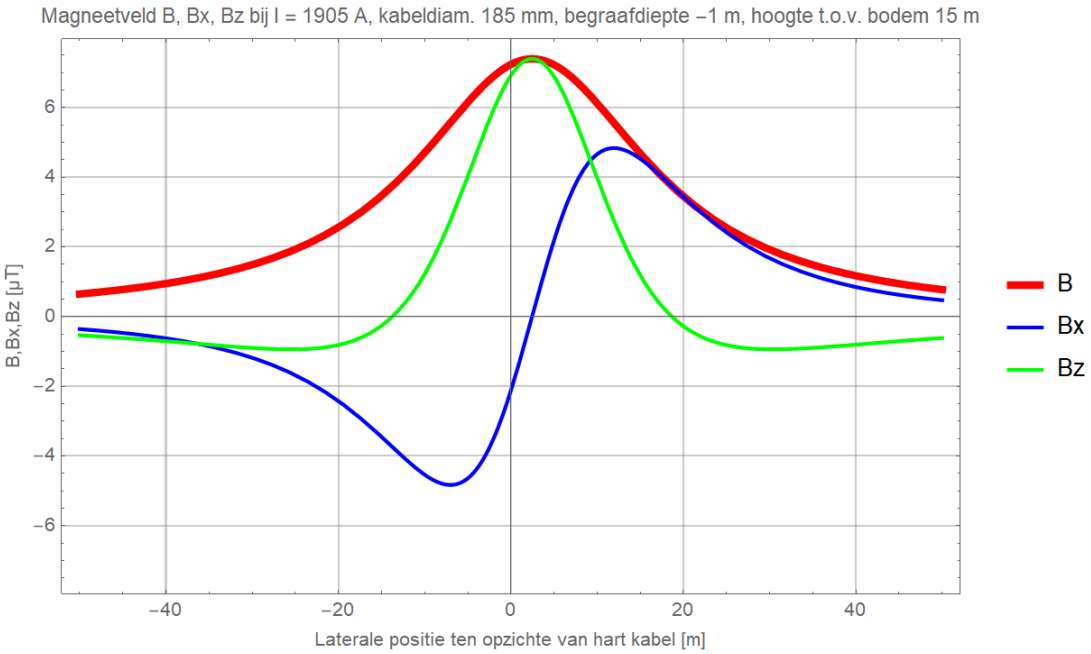
Figuur 103 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



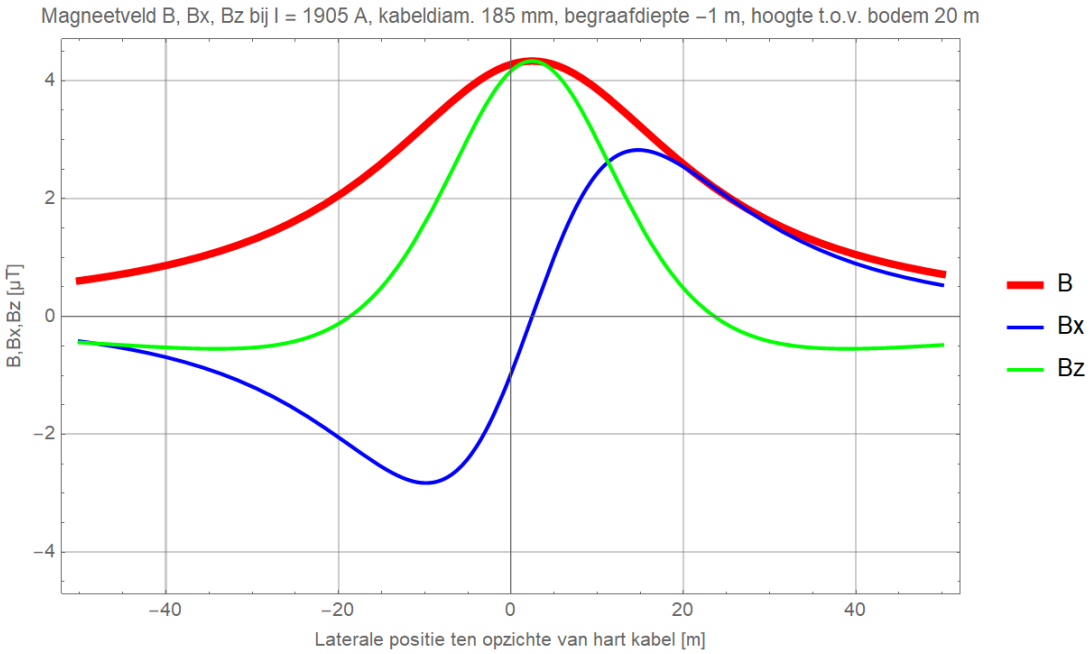
Figuur 104 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



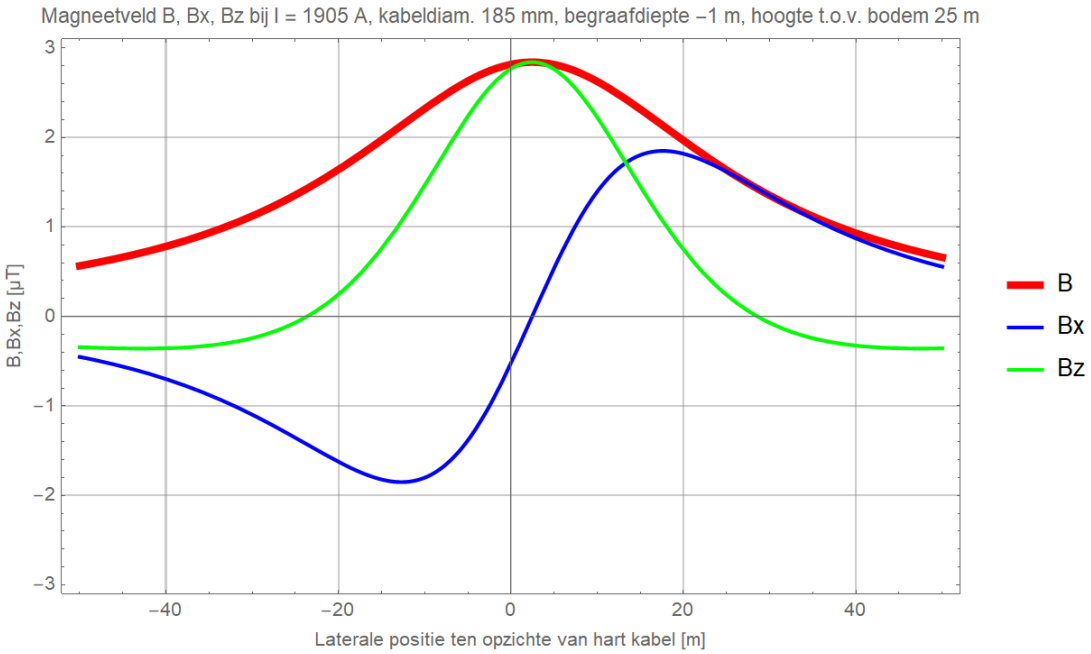
Figuur 105 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



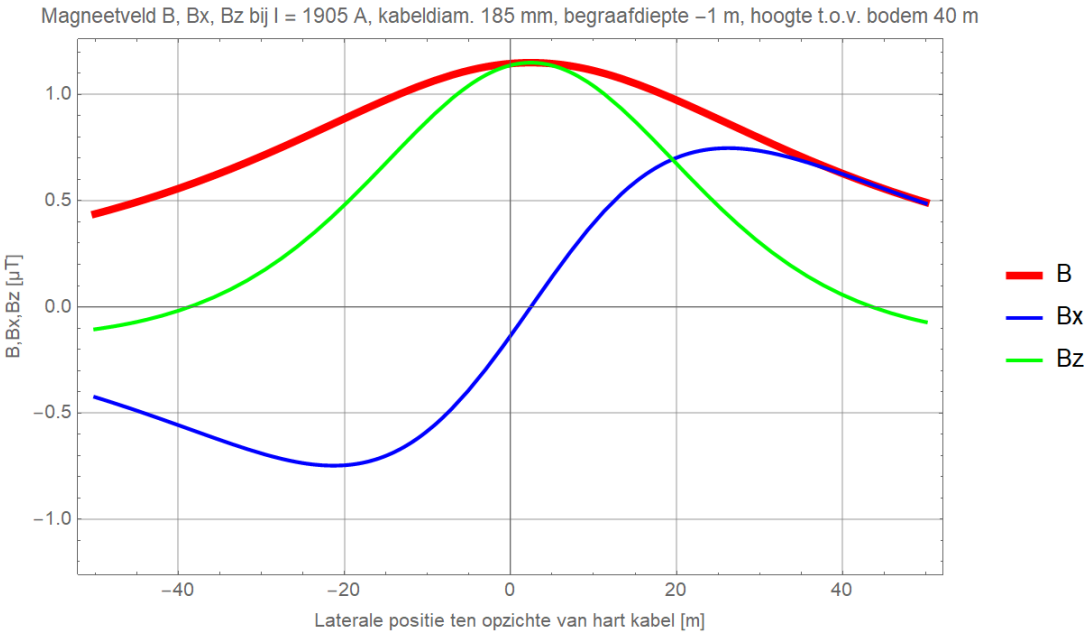
Figuur 106 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 107 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

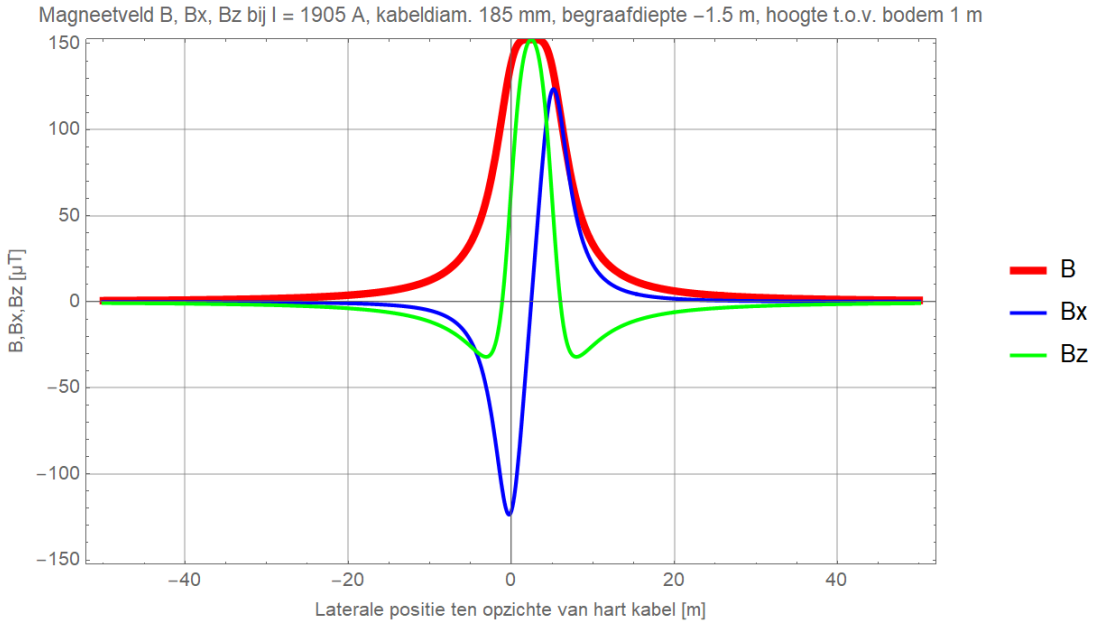


Figuur 108 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

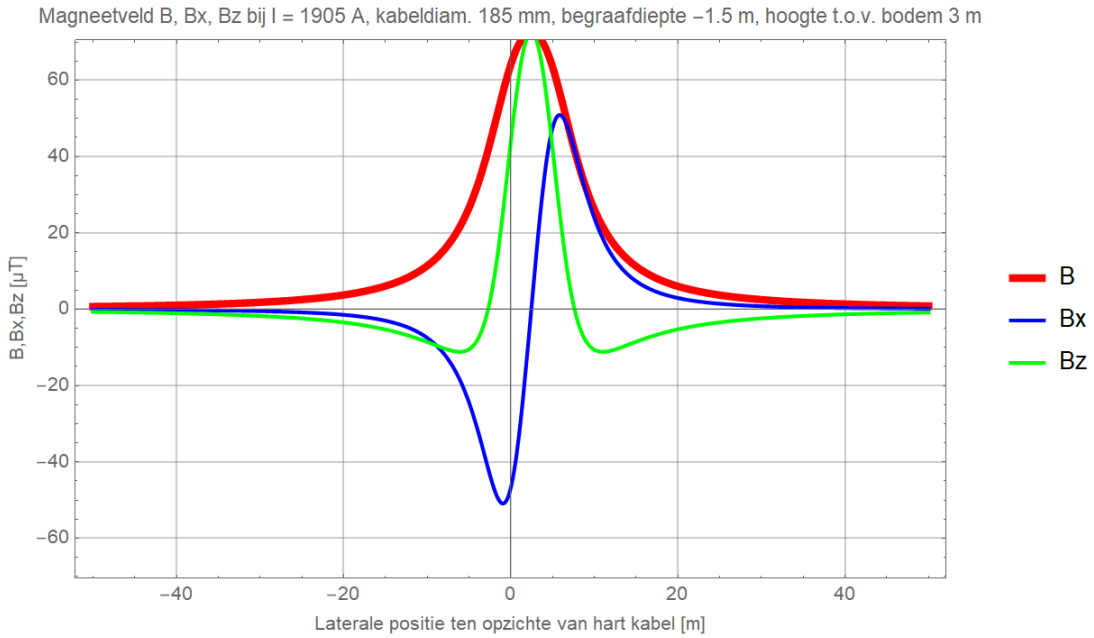


Figuur 109 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

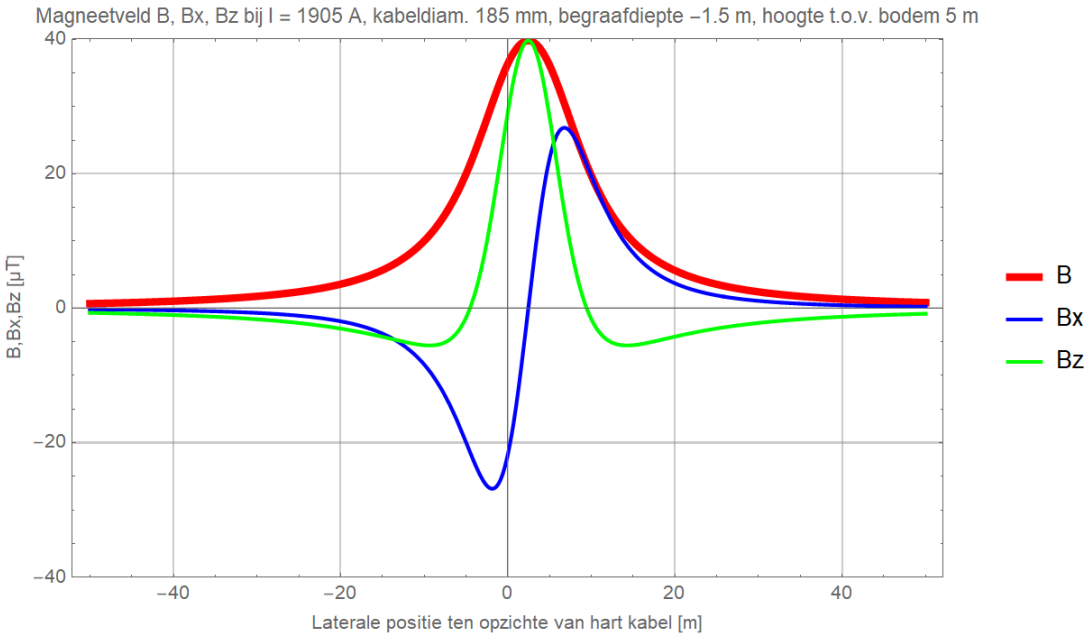
Begraafdiepte –1,5 m



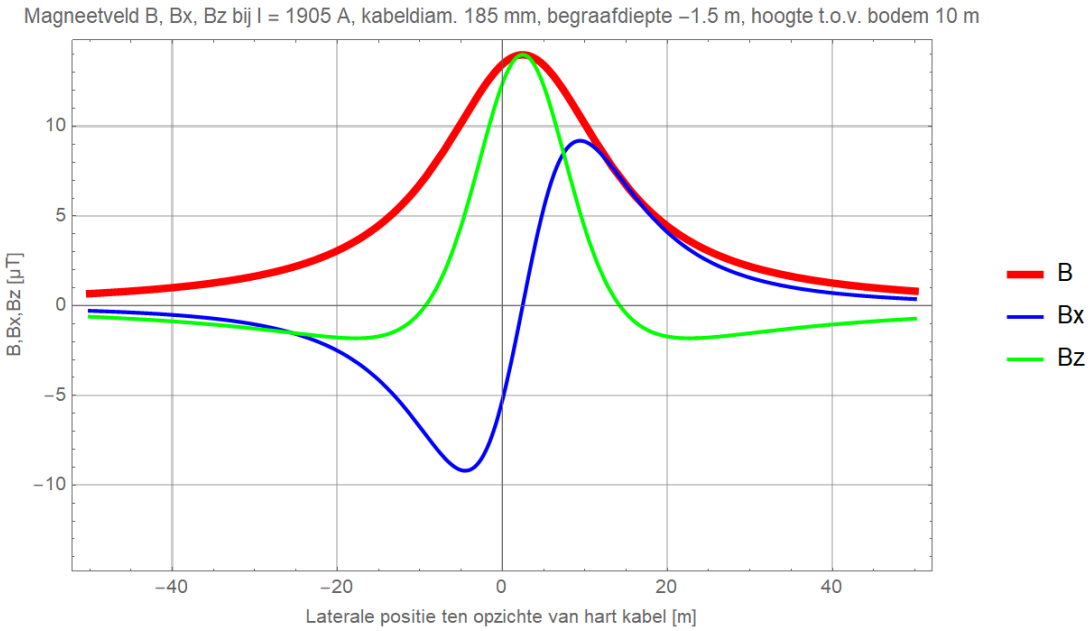
Figuur 110 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



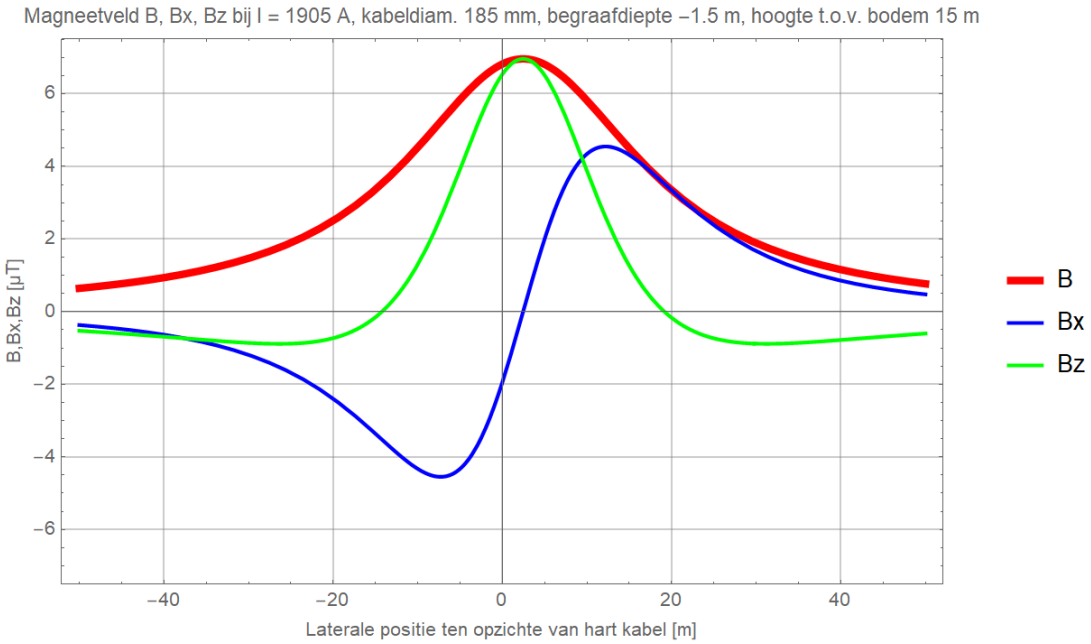
Figuur 111 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



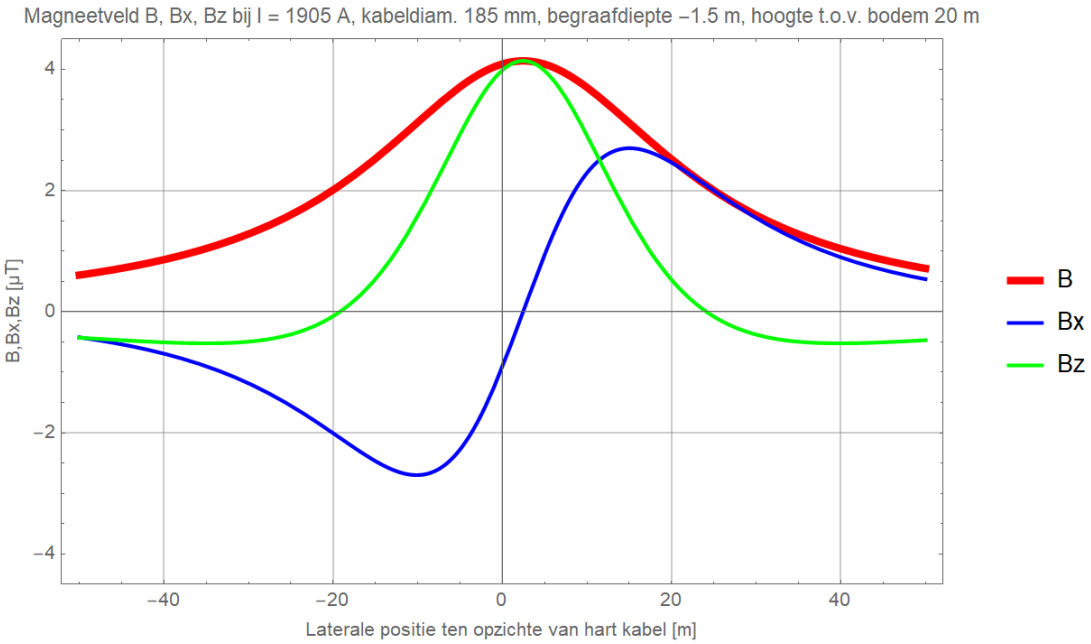
Figuur 112 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



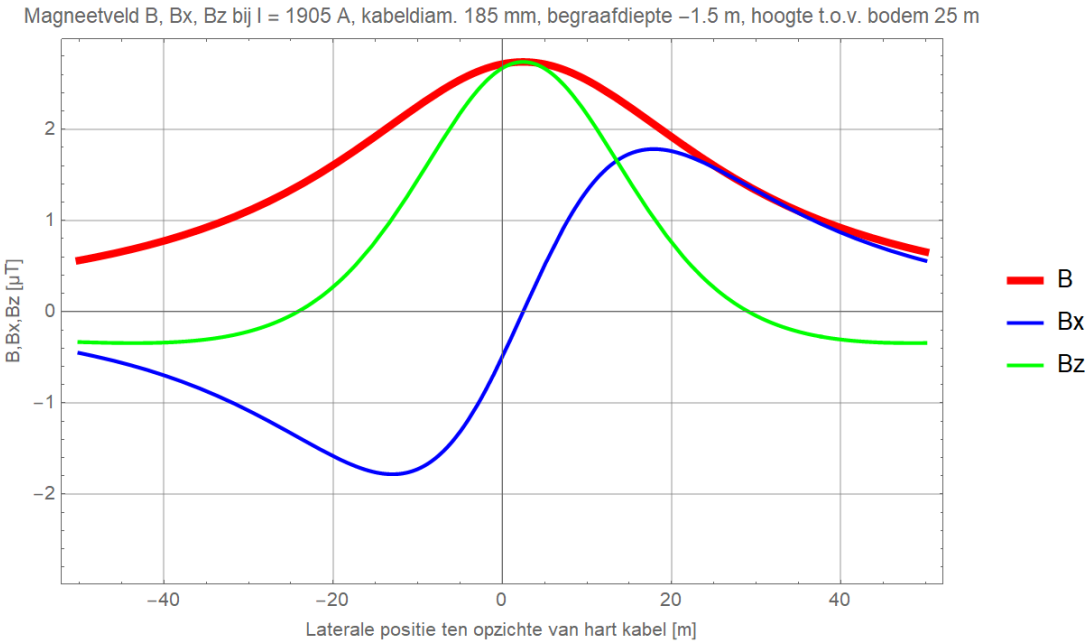
Figuur 113 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



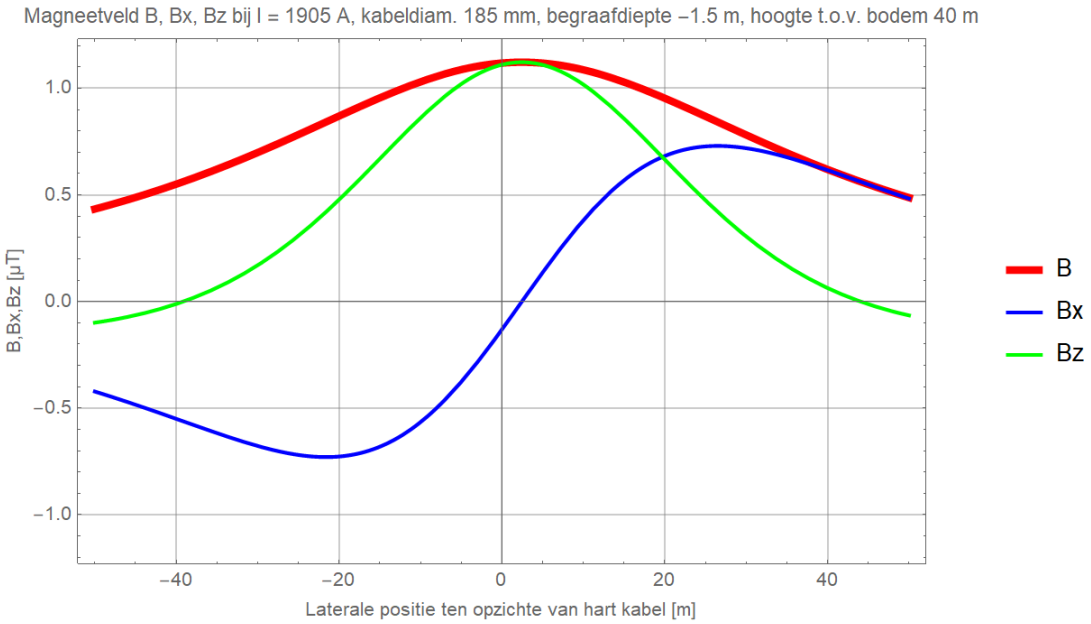
Figuur 114 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 115 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

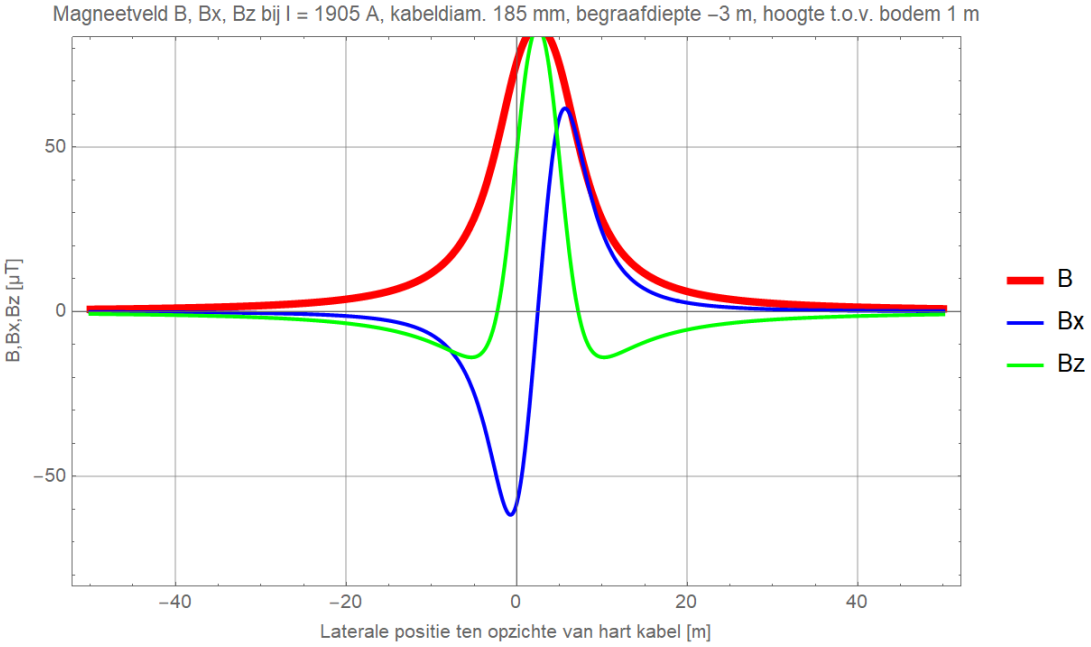


Figuur 116 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

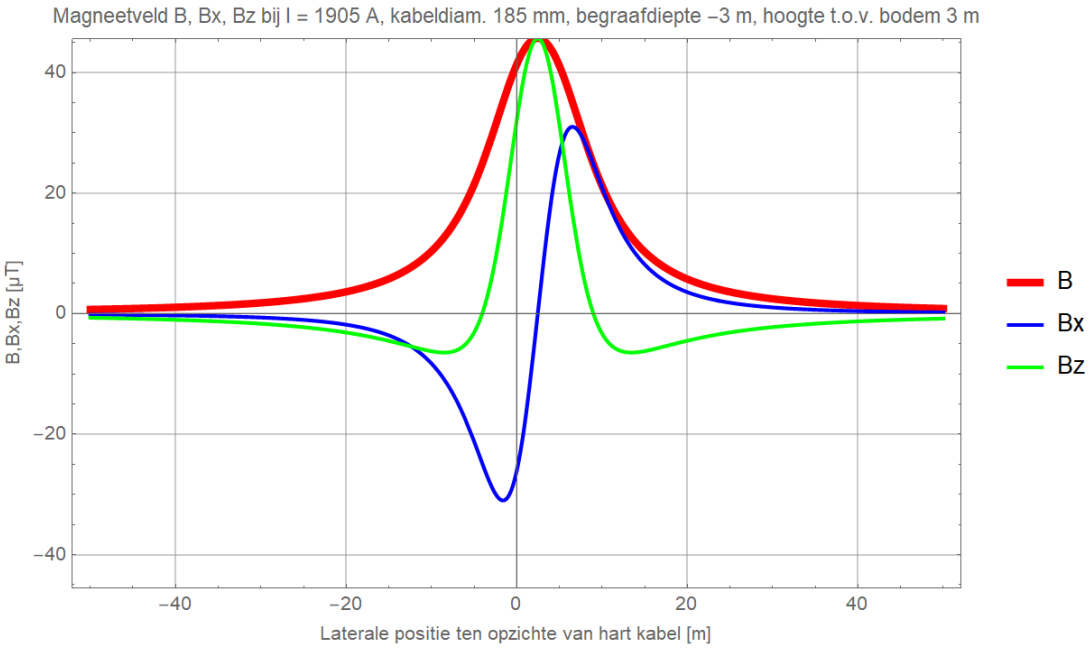


Figuur 117 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

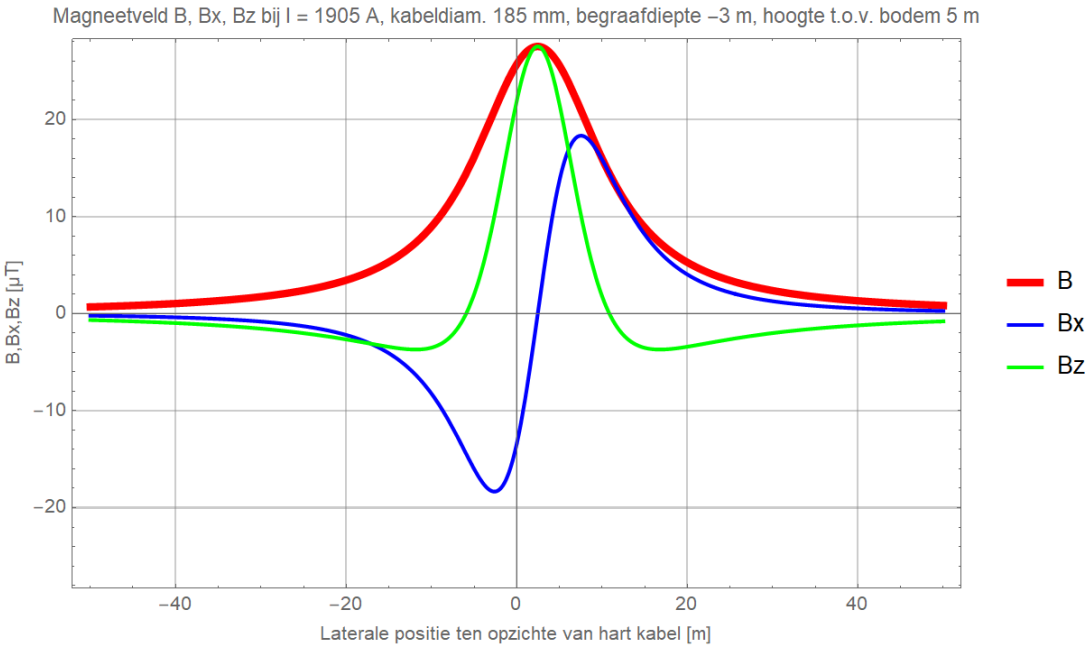
Begraafdiepte –3 m



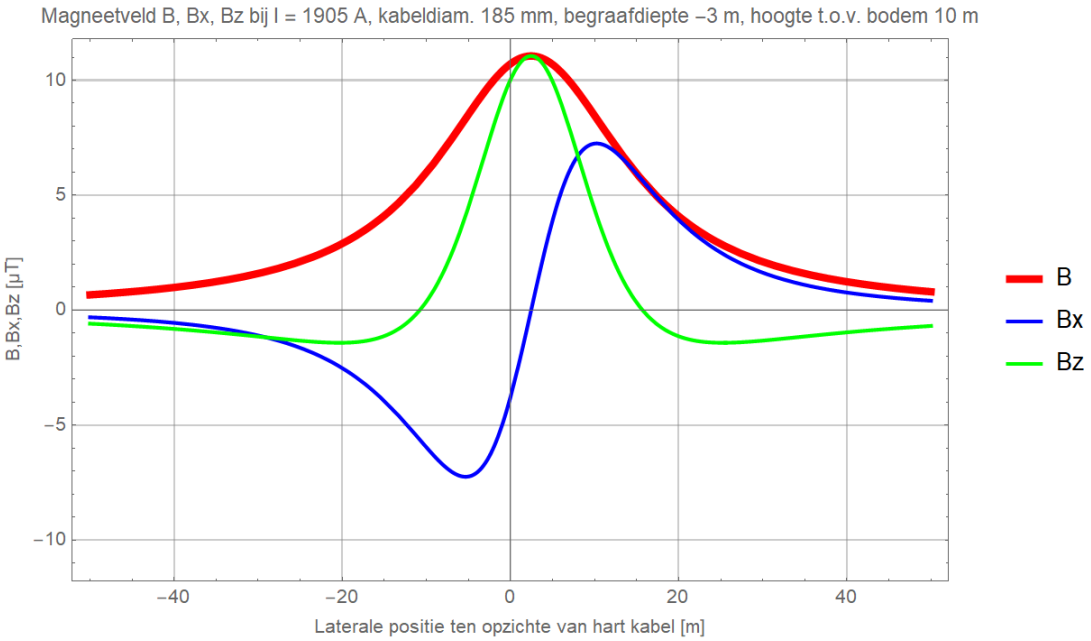
Figuur 118 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



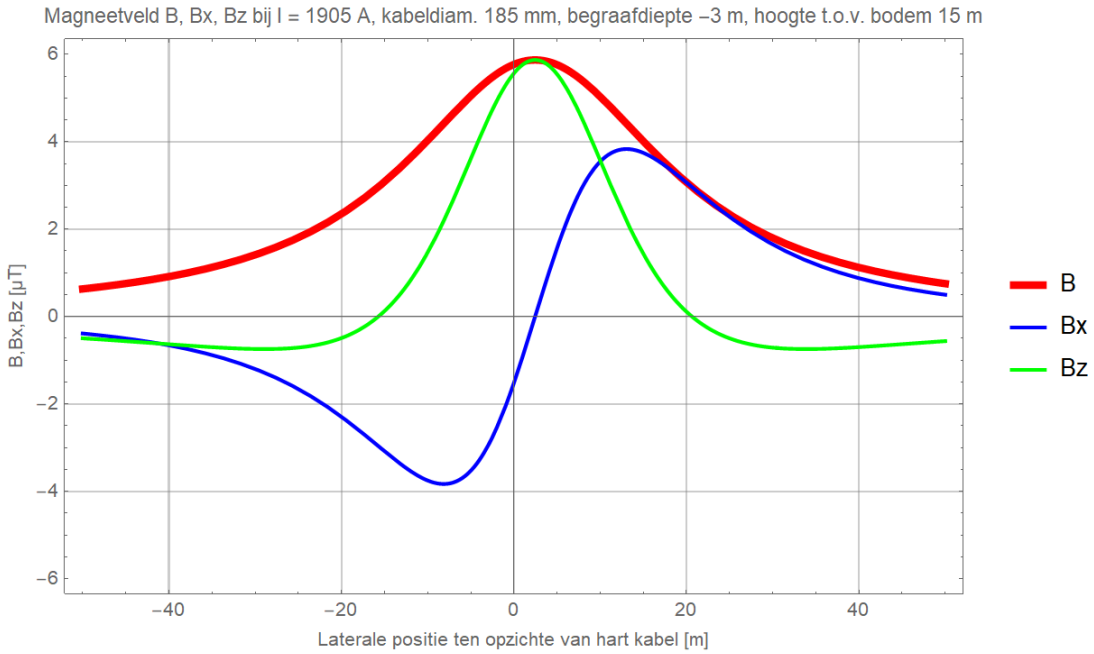
Figuur 119 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



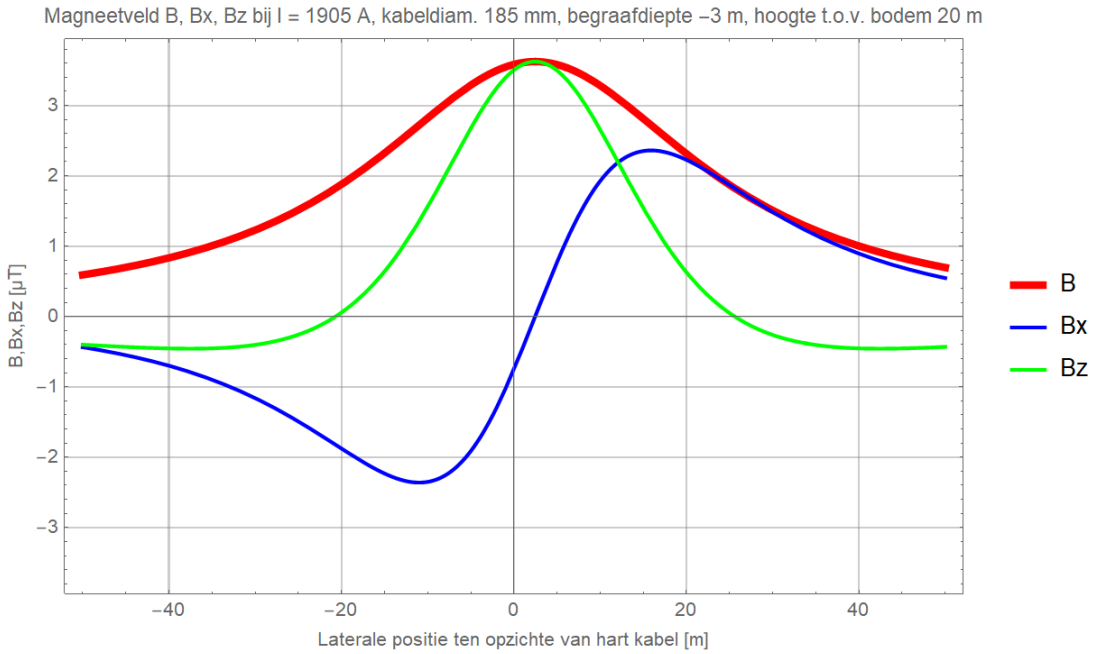
Figuur 120 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



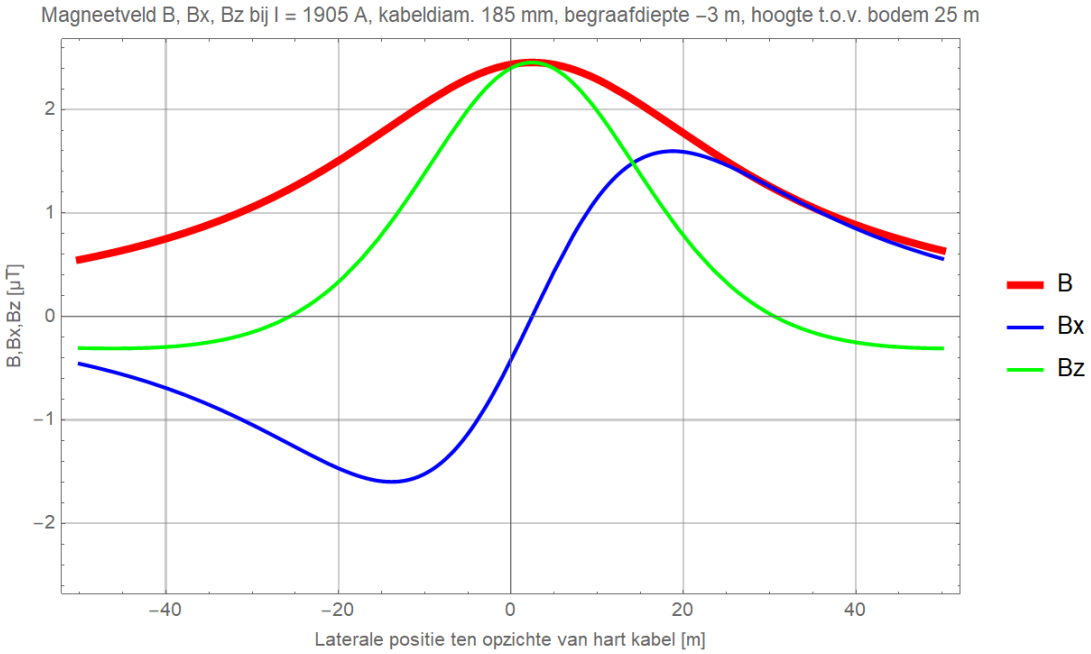
Figuur 121 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



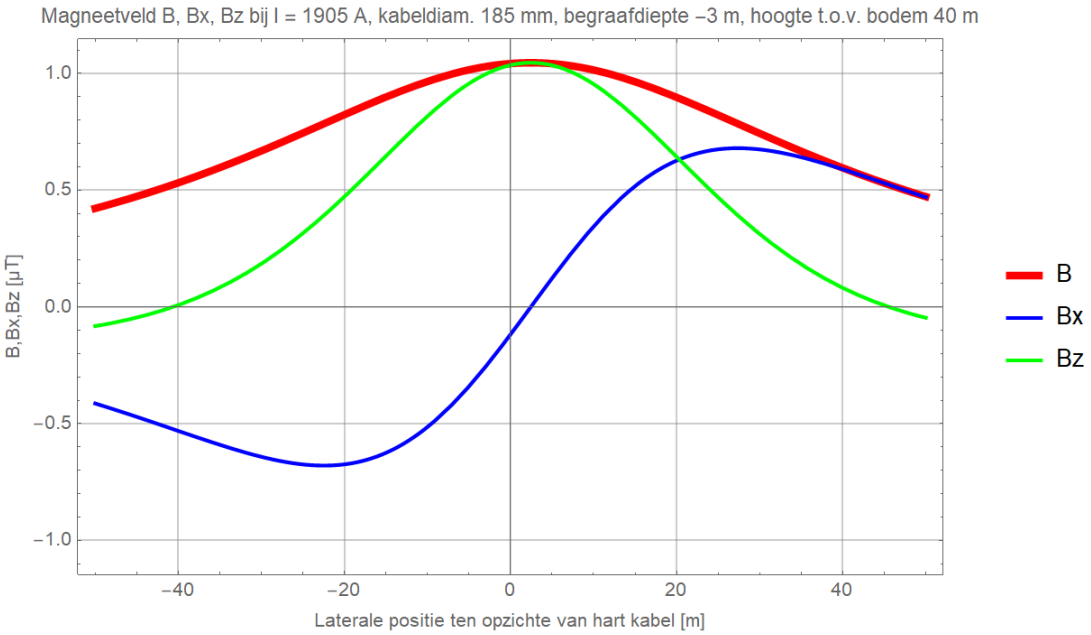
Figuur 122 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 123 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

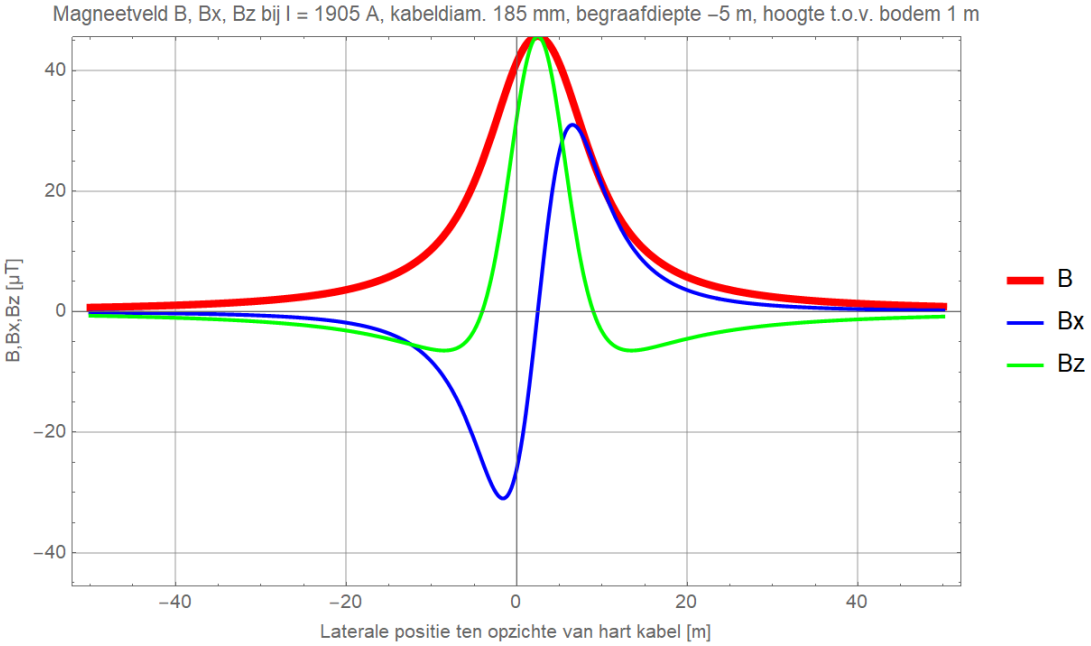


Figuur 124 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

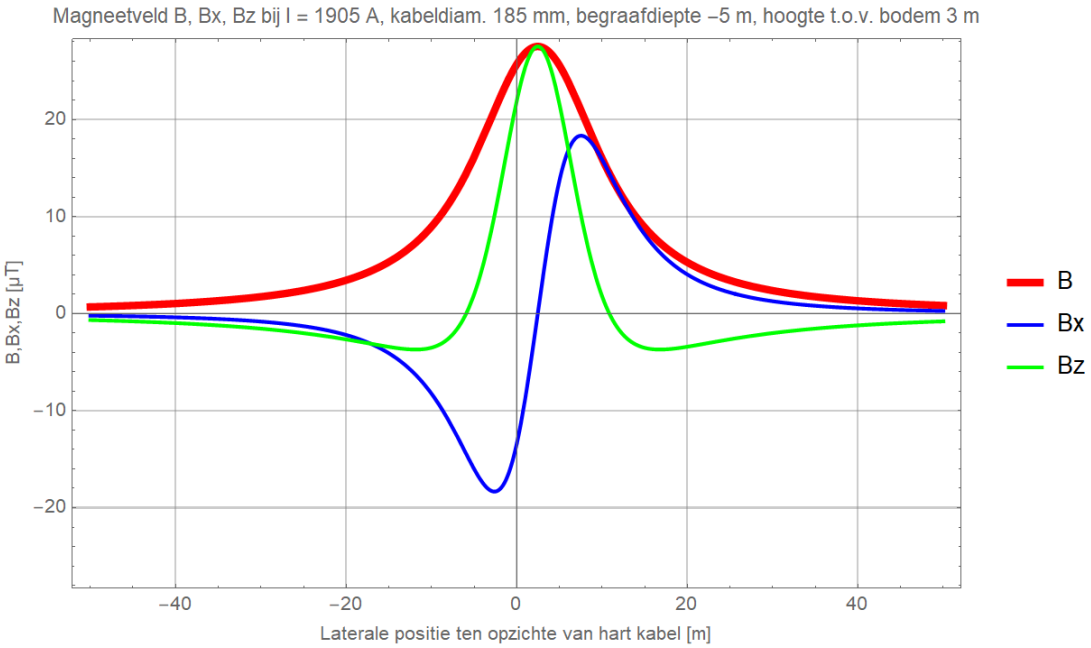


Figuur 125 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

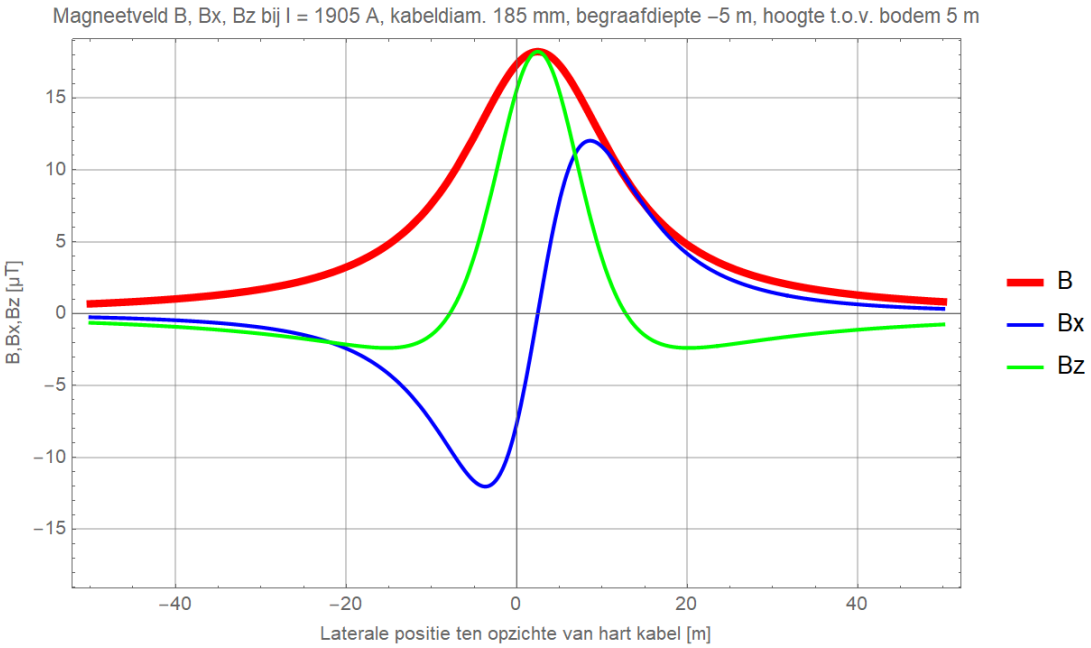
Begraafdiepte –5 m



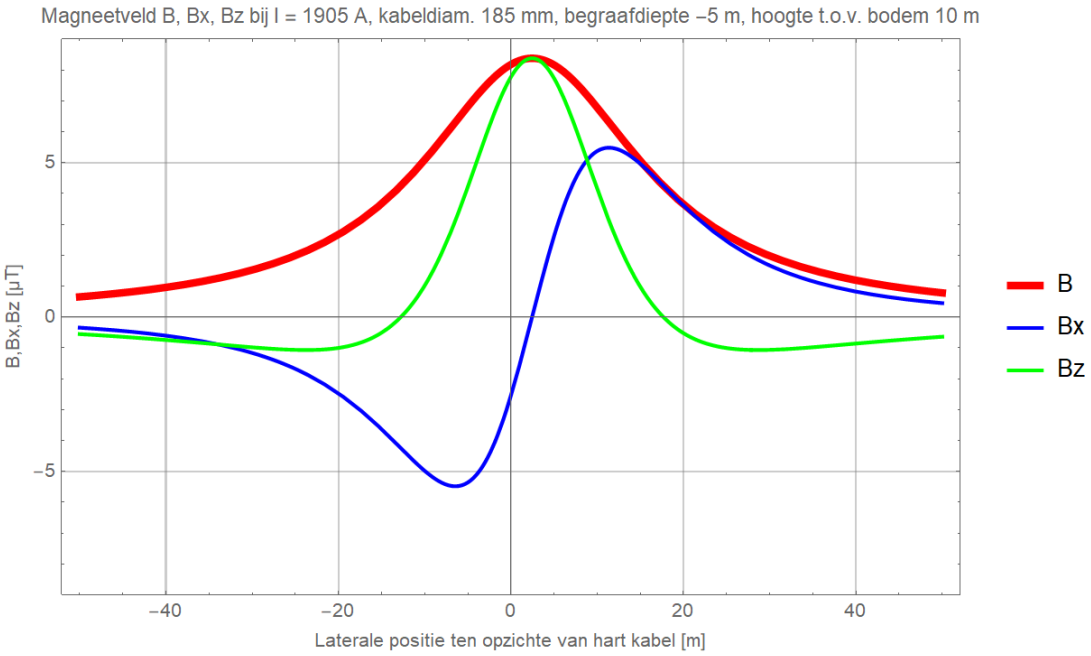
Figuur 126 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



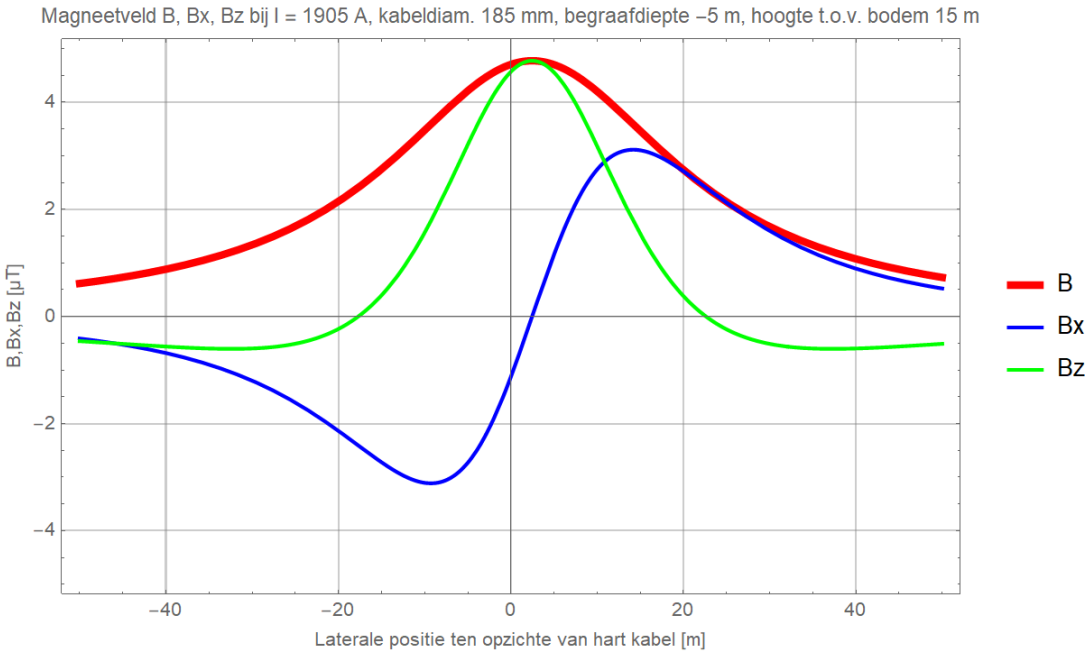
Figuur 127 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



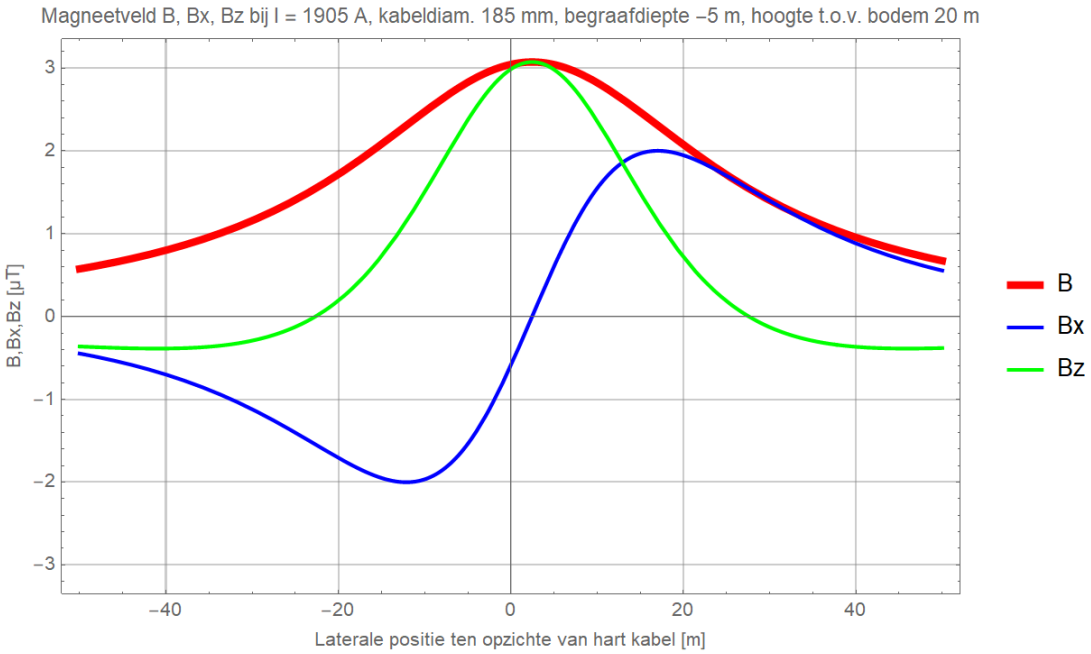
Figuur 128 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



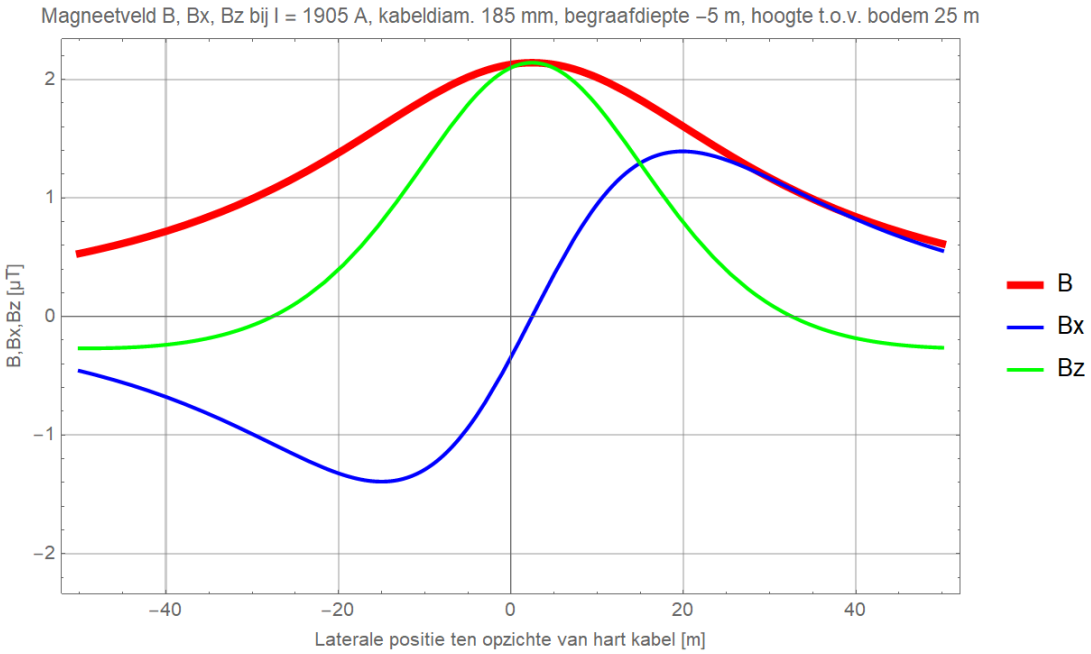
Figuur 129 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



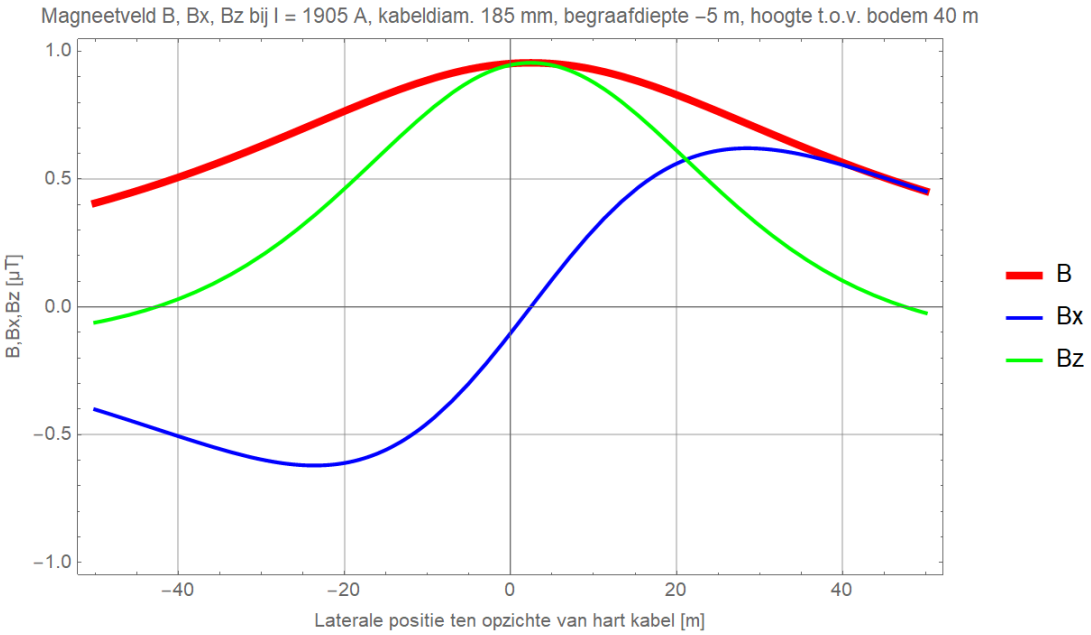
Figuur 130 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 131 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 132 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 133 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Colofon

IJMUIDEN VER
MAGNEETVELDEN ZEEKABEL, 2*2-CONFIGURATIE

KLANT
TenneT

AUTEUR
dr. M.C. van Essen

ONZE REFERENTIE
D10036530:13

DATUM
26 juli 2021

GECONTROLEERD DOOR

Tom Bogaert
Senior Designer Engineer

Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

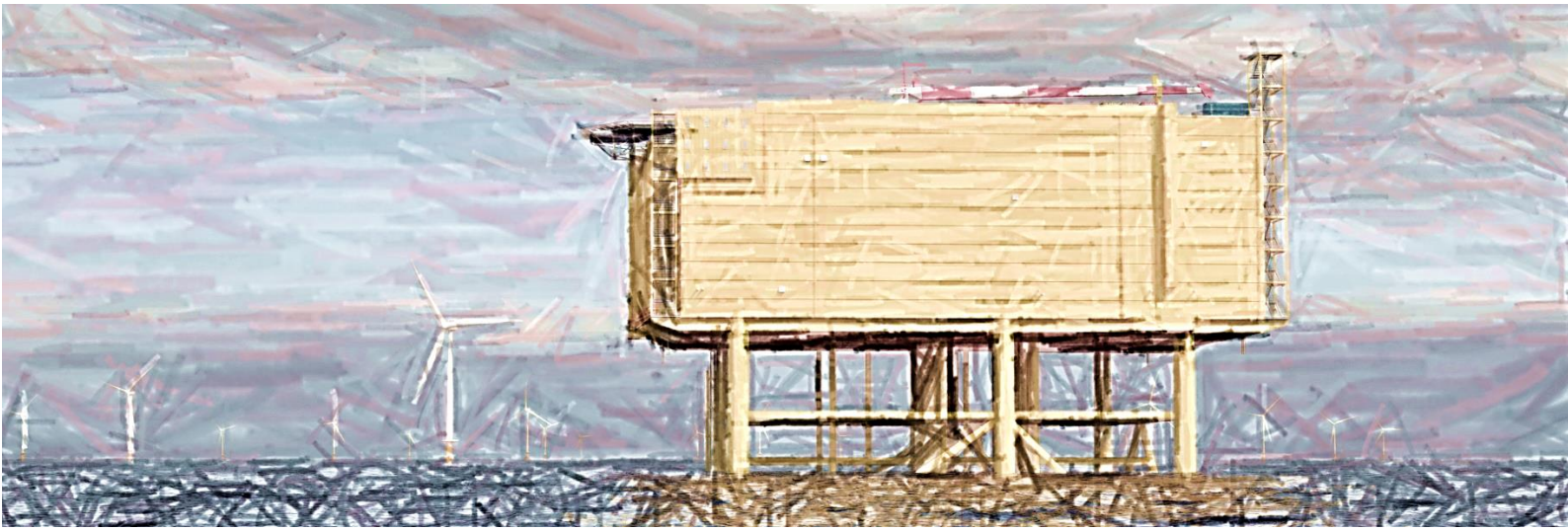
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261261

Arcadis. Improving quality of life

Net op Zee IJmuiden VER Beta

Bijlage VIII-A Natuurnetwerk Nederland Toets



Datum: 12-11-2021
Versienummer: 2.0
Status: Definitief

In opdracht van van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 2
1.1 Plantoelichting 2
1.2 Juridisch kader 3
2 Planbeschrijving 3
2.1 Net op zee IJmuiden Ver Beta 3
2.2 Kabels op land 4
2.2.1 Route kabel 4
2.2.2 Aanleg 4
2.3 Ligging ten opzichte van het NNN 6
3 Aanwezigheid wezenlijke waarden NNN 8
3.1 Actuele natuurwaarden 8
4 Afbakening en toetsing effecten 9
4.1 Afbakening en reikwijdte effecten 9
4.2 Toetsing ruimtebeslag 9
4.3 Toetsing mechanische effecten 9
4.4 Toetsing verstoring door geluid, licht en optische verstoring 10
5 Conclusie en samenvatting 10
6 Bibliografie 11
Colofon 12

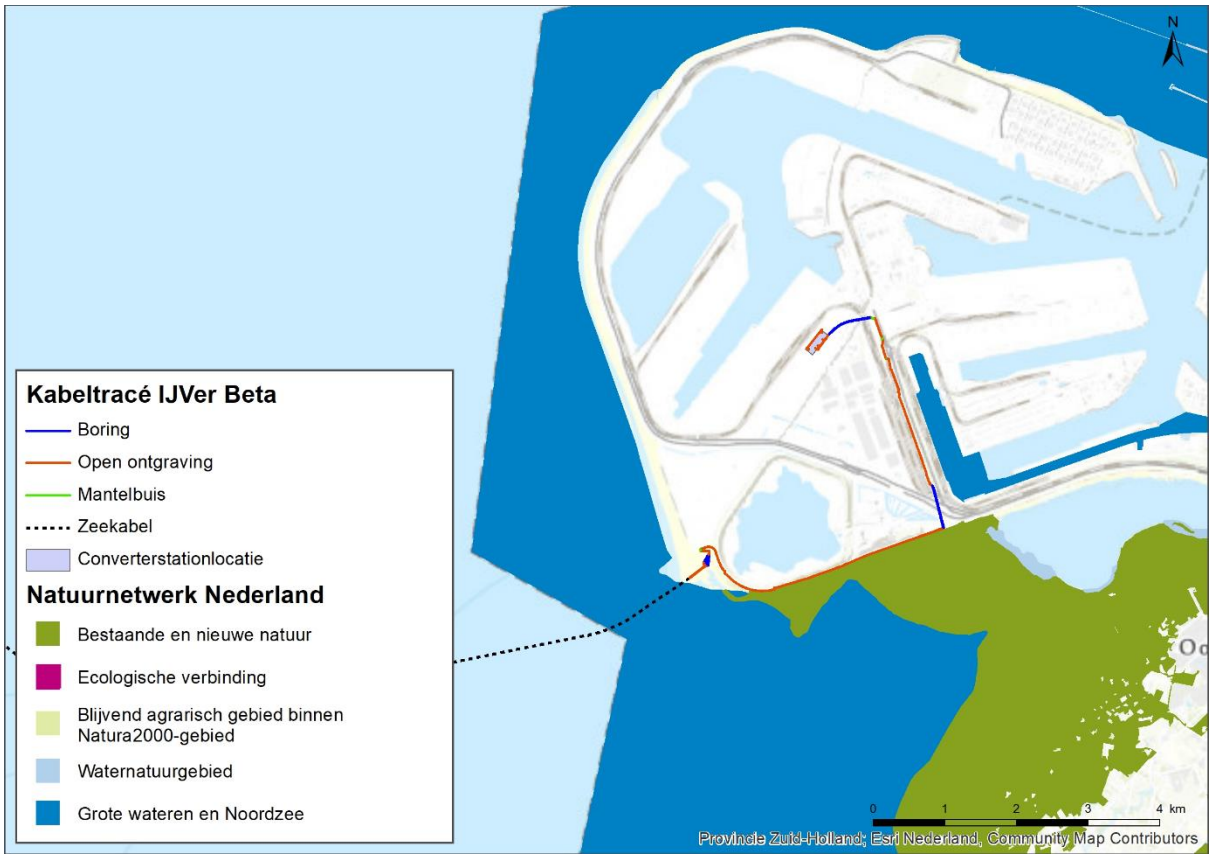
1 Inleiding

1.1 Plantoelichting

Dit rapport betreft de toetsing aan het beleid ten aanzien van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) voor het project Net op zee IJmuiden Ver. In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Hierbij worden netaansluitingen gerealiseerd die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Een van die verbindingen is Net op zee IJmuiden Ver Beta.

In de voorliggende rapportage worden de effecten van Net op zee IJmuiden Ver Beta op het NNN in beeld gebracht en vindt er een toetsing plaats aan het beschermingsregime dat van toepassing is op het gebied (zie ook Figuur 1 voor de ligging).

Behalve toetsing aan NNN vindt er binnen dit project ook toetsing plaats aan:
- Wet Natuurbescherming, onderdeel soortbescherming (Soortbeschermingstoets)
- Wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming
- Kaderrichtlijn Water/Beheerplan Rijkswateren
- Kaderrichtlijn Mariene Strategie



Figuur 1 Overzicht van het VKA-tracé op land en de locatie van het converterstation met omliggende NNN-gebieden

1.2 Juridisch kader

Het plangebied maakt gedeeltelijk onderdeel uit van het NNN. Het NNN is een netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden waarmee de biodiversiteit behouden en versterkt wordt. Het NNN is planologisch verankerd in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012) en op provinciaal niveau in de Provinciale Structuurvisie en bijbehorende Omgevingsverordening Zuid-Holland (Provincie Zuid-Holland, 2019).
Het NNN heeft als doel om bijzondere en beschermde natuurgebieden te vergroten en met elkaar te verbinden. Het NNN is beschermd via de regelgeving van de ruimtelijke ordening. In het kader van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) is het beschermingsregime vastgelegd in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro). De beleidsmatige verankering wordt gevormd door de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012). Sinds 2014 zijn de provincies verantwoordelijk voor de begrenzing en de ontwikkeling van dit natuurnetwerk.

Op provinciaal niveau is de planologische bescherming van het NNN geregeld via de Omgevingsverordening Zuid-Holland (Provincie Zuid-Holland, 2019). Het NNN is begrensd met een groene contour. Nieuwe plannen, projecten of handelingen binnen deze contour zijn in beginsel niet toegestaan indien deze de wezenlijke kenmerken of waarden van het gebied aantasten, tenzij er geen reële alternatieven zijn én er sprake is van groot openbaar belang (het ‘nee, tenzij’- regime). Dit staat toegelicht in de provinciale Omgevingsverordening. Als een ingreep (onder bovengenoemde voorwaarden) wordt toegestaan, moet de initiatiefnemer de (potentiële) natuurwaarden die verloren gaan, op eigen kosten compenseren. De te nemen stappen hiervoor zijn opgenomen in de herziene provinciale beleidsregel (Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland, 2013).

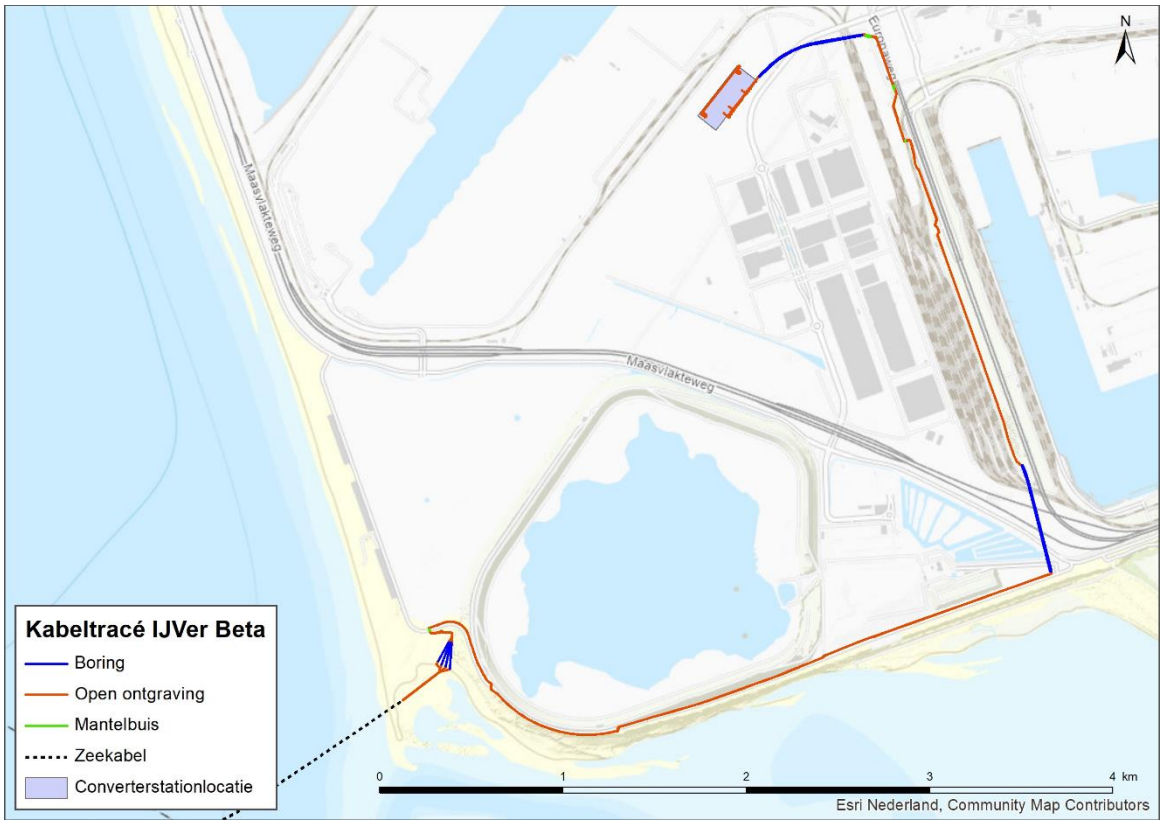
2 Planbeschrijving

2.1 Net op zee IJmuiden Ver Beta

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta maakt hier deel van uit. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken en Klimaat aangewezen als netbeheerder op zee.
TenneT is voornemens om een netaansluiting te realiseren die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Eén van deze twee verbindingen is Net op zee IJmuiden Ver Beta. De verbinding is bestemd voor het aansluiten van 2 GW windenergie en bestaat uit het aanleggen van de volgende onderdelen:

1. Een platform op zee: Hier worden alle individuele windturbines op aangesloten en wordt het spanningsniveau getransformeerd van 66kV-wisselstroom (alternating current (AC) oftewel wisselstroom) naar 525kV-gelijkstroom (direct current (DC) oftewel gelijkstroom).
2. Een 525kV-gelijkstroomkabelverbinding van het platform op zee naar het converterstation op land (op de Maasvlakte).
3. Realisatie van een converterstation op land waar de 525kV-gelijkstroom (DC) wordt omgezet in 380kV-wisselstroom (AC).

Onderdeel 2 is voor deze toets relevant. Het relevante deel van het projectgebied is weergegeven in Figuur 1. Het overige deel van het projectgebied bevindt zich op zee en wordt verder niet meegenomen in deze toets.



Figuur 2 Ingezoomde kaart van het VKA-tracé op land inclusief in/uittredepunten, open ontgravingen, boringen en het converterstation

2.2 Kabels op land

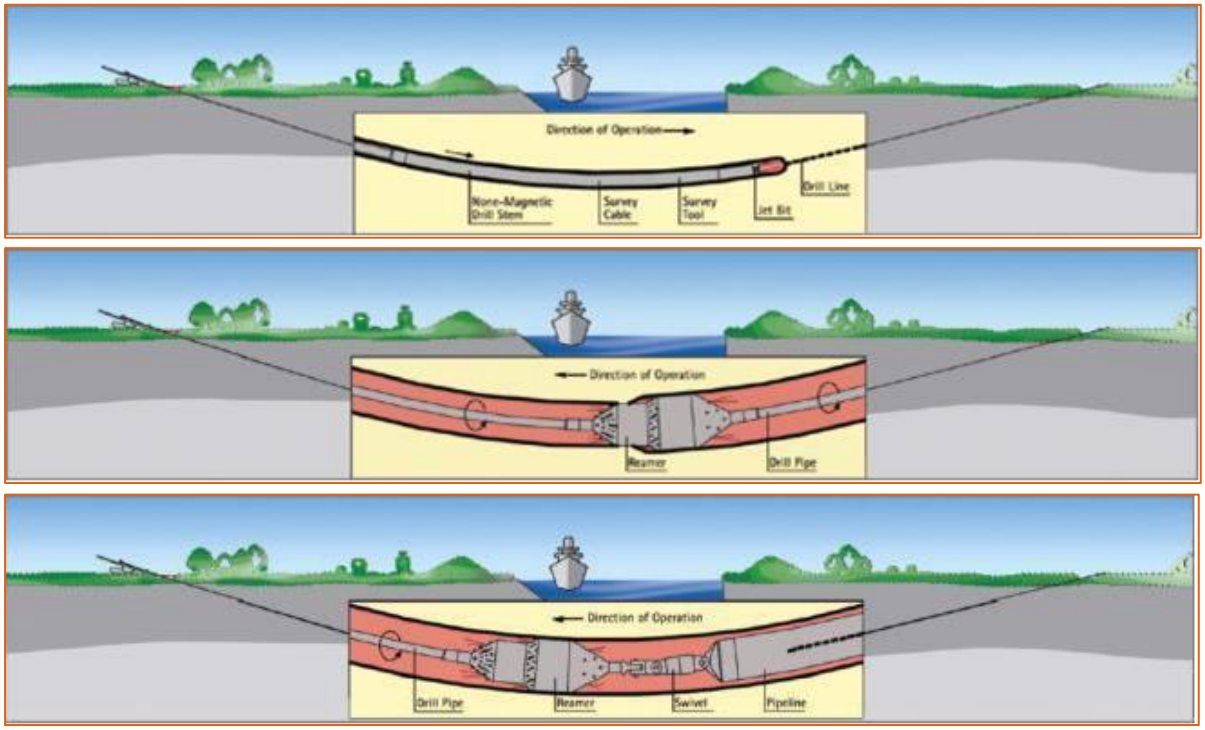
2.2.1 Route kabel

De route van de kabel op land is weergegeven in Figuur 1. Het VKA-tracé kruist de zeewering via boringen en loopt verder in een open ontgraving langs de weg tot aan de Europaweg. Het VKA-tracé gaat via een open ontgraving ten zuiden van de Slufter langs de Noordzeeboulevard waarna het VKA-tracé bij het C2 deponie via een boring naar het noorden afbuigt en overgaat in een open ontgravingparallel aan de Europaweg en loopt verder met een boring naar het converterstation. Onderweg doorkruist het VKA-tracé voor een deel het NNN-gebied.

2.2.2 Aanleg

Kabellegging vindt zo veel mogelijk plaats middels een open ontgraving. Waar dit niet kan, vindt een gestuurde boring plaats. Op land zijn zes verbindingsmoffen nodig om de landkabels te verbinden (om de circa 800 tot 1.200 meter). Op een dergelijke mofput ligt een permanente betonplaat. Deze mofputten hebben een oppervlakte van 5 bij 10 meter en zijn 1,6 meter diep (net zo diep als de open ontgraving).
Voor de boringen wordt de “Horizontal directional drilling” (HDD, Horizontaal gestuurde boring) methode toegepast. Een horizontale boring gebeurt in drie stappen (Figuur 3). In de eerste stap

wordt van het intredepunt naar het uittredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door er of één of meerdere keren een verruimende boor doorheen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. In de laatste stap wordt een mantelbuis door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden. Op die manier wordt de buis in het gat getrokken. Als de mantelbuis er ligt kan die worden schoongemaakt en worden de kabels er vervolgens doorheen getrokken. De uitvoertijd van een boring duurt ongeveer twee weken.



Figuur 3 De drie stappen van een horizontale boring

Complexe boringen

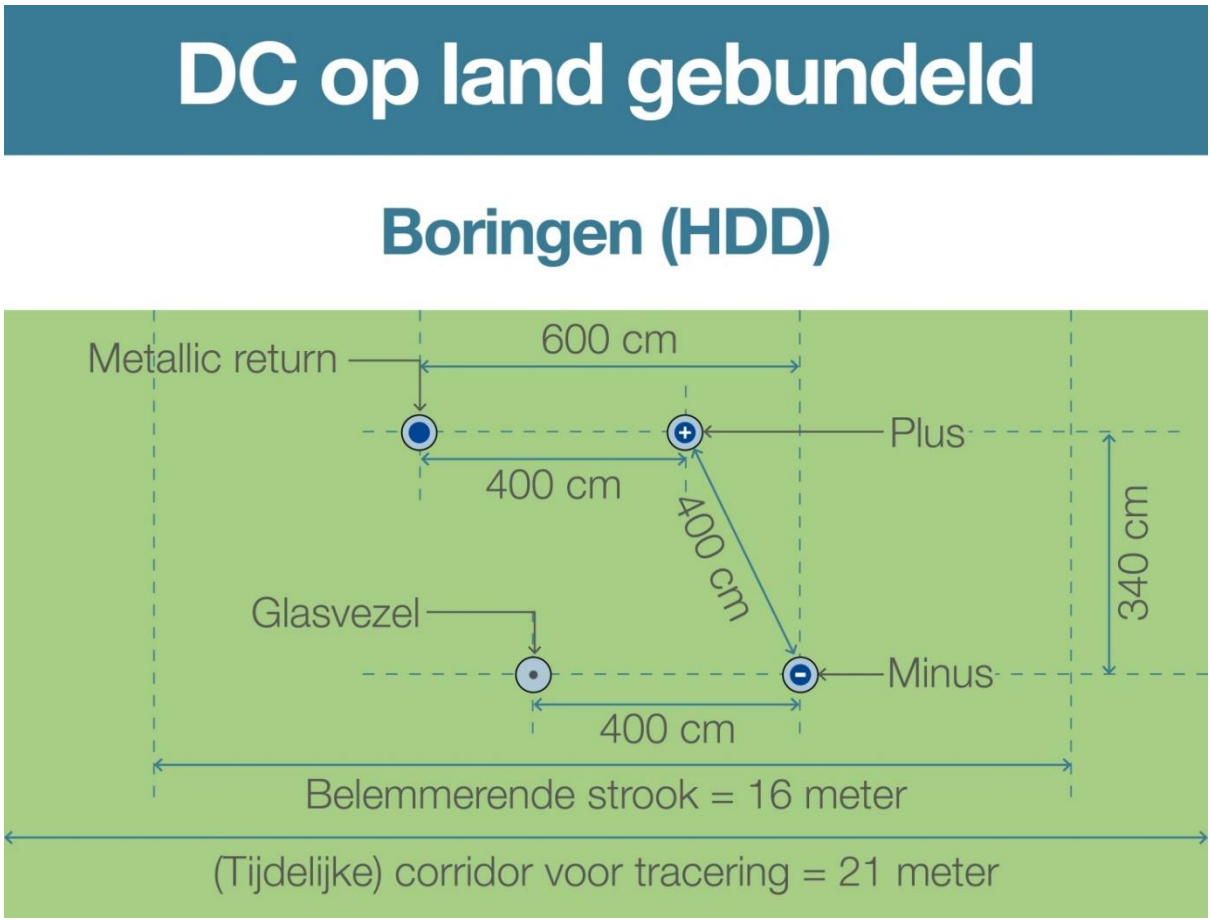
De twee grotere boringen voor het VKA-tracé zijn complex. De boring parallel aan de Europaweg moet op een smalle strook worden gerealiseerd tussen een openbare weg en een weg voor containervervoer. Ook de bovengrondse 380kV-lijnen naar het bestaande 380kV-station Maasvlakte zijn een complicerende factor. Ook is deze boring relatief lang. De boring onder de C-bocht moet uitkomen onder de 380kV-lijnen.

Werkstrookbreedte

Vanwege de beperkte beschikbare ruimte is er, voor wat betreft de onshore kabelconfiguraties op de Maasvlakte, maatwerk toegepast. Voor het VKA-tracé wordt een totale corridorbreedte van 6 m (zie Figuur 4) gehanteerd en een tijdelijke werkstrookbreedte van 29 meter. Boringen hebben een belemmerende strook van 16 m (zie Figuur 5).



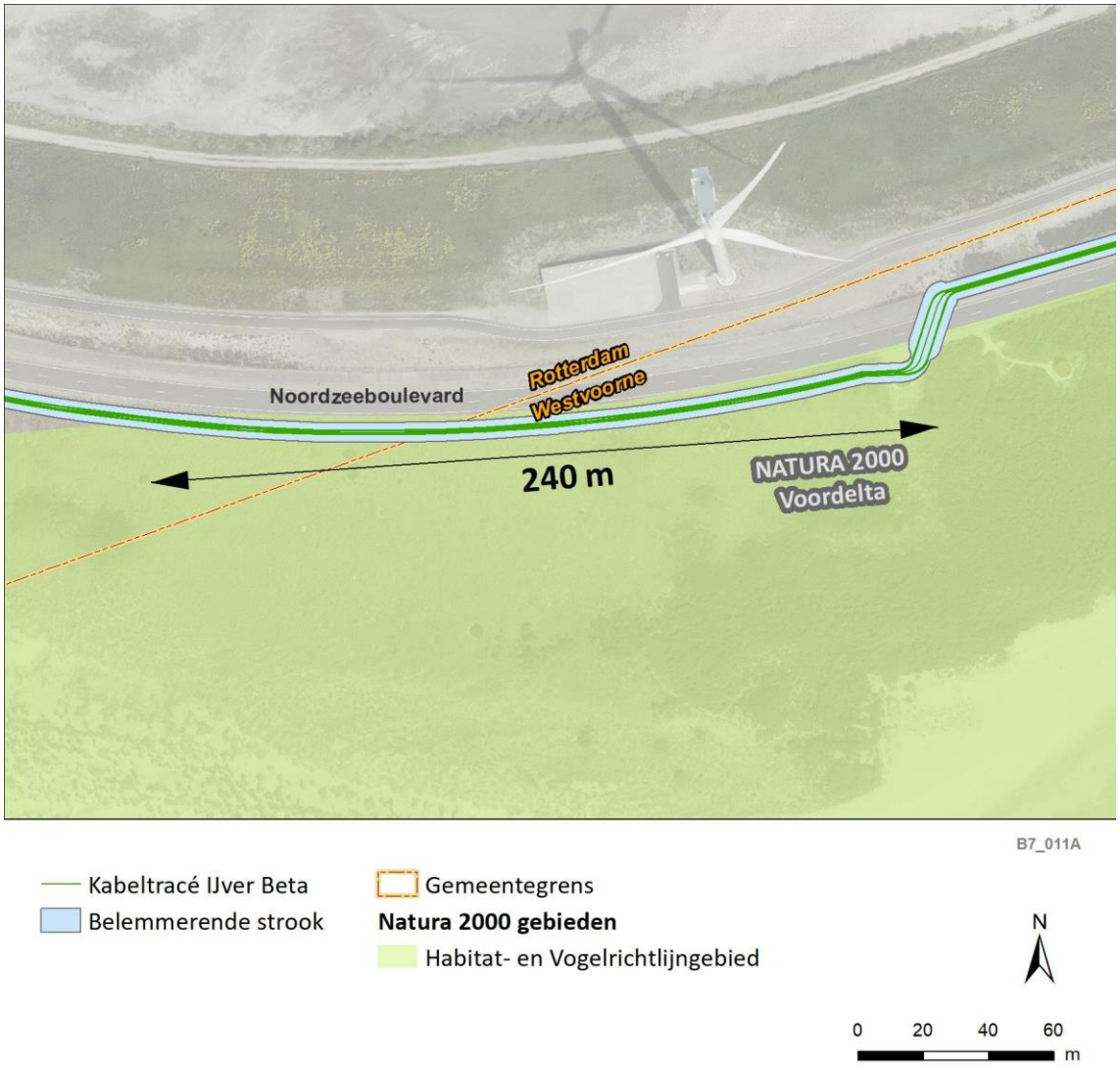
Figuur 4 Schematische weergave van de werkstrookbreedte 525kV-gelijkstroomkabel op land



Figuur 5 Schematische weergave van de werkstrookbreedte boring op land

2.3 Ligging ten opzichte van het NNN

Het VKA-tracé ligt circa 240 meter binnen de begrenzing van het NNN. De werkzaamheden voor het aanleggen van het VKA-tracé rondom de slufter vinden hierdoor deels plaats binnen het NNN over een oppervlak van circa 0,15 hectare (Figuur 3). De locatie van het converterstation en de rest van het VKA-tracé liggen buiten NNN. Er liggen geen mofputten binnen het NNN.



Figuur 6 Ligging plangebied VKA-tracé ten opzichte van het NNN. Het overlappende oppervlak is 0,15 hectare.

3 Aanwezigheid wezenlijke waarden NNN

3.1 Actuele natuurwaarden

Het gebied waar het VKA-tracé in het NNN ligt, is begrensd als N08.02 Open duin. Oostelijk van het plangebied is het NNN begrensd als duinbosgebied N15.01 en zuidelijk als N08.01 Strand en embryonaal duin.

Algemeen
Open duin bevat structuurrijke begroeiingen en deels onbegroeide delen van zeeduinen. Processen zoals verstuiving en begrazing zorgen voor variatie. Zout spatwater waait de duinen in en kan het blad van bomen verbranden, maar zorgt ook voor extra bufferstoffen in de bodem. Open duin bestaat uit een afwisseling van lage mos-en korstmosrijke vegetaties, grazige vegetaties met onder andere helm, kruidenrijke duingraslanden, zoomvegetaties, ruigte en laag struweel zoals duindoornstruweel en braamstruweel. Open duin ontstaat bij aanwaskusten op natuurlijke wijze uit strand en embryonaal duin. Hoewel Open duin in Nederland vrij veel voorkomt, is het internationaal gezien zeldzaam. Nederland kent daarom een bijzondere verantwoordelijkheid. Open duin is van belang voor veel planten (duindoorn, zeewolfsmelk, blauwe zeedistel, helm duinroosje, kleverige reigersbek, ruw vergeet-mij-nietje, duinviooltje, mossen, korstmossen en paddenstoelen) en ook voor diverse diersoorten zoals roodborsttapuit, velduil, tapuit, duinparelmoervlinder, blauwvleugsprinkhaan en zandhagedis. Open duin vormt vaak een overgang naar bijvoorbeeld Strand en embryonaal duin en Duinbos.

Locatie specifiek
De strook ter hoogte van de open ontgraving in het NNN is met name begroeid met mossen, korstmossen en voor een deel helmvegetatie. Hier is voornamelijk sprake van een wegberm met weinig variatie aan begroeiing.

4 Afbakening en toetsing effecten

4.1 Afbakening en reikwijdte effecten

Als gevolg van de werkzaamheden kunnen de volgende effecten optreden binnen het NNN:

- Ruimtebeslag: Oppervlakteverlies en/of versnippering van leefgebied of groeiplaatsen.
- Verstoring door geluid, licht, trillingen en optische prikkels.
- Vernietiging van leefgebied voor planten als gevolg van mechanische effecten (bijvoorbeeld heen en weer rijden).

De natuurbeheertypen en leefgebieden die binnen het tracé liggen zijn niet gevoelig voor verdroging. Daarnaast is bronbemaling nabij NNN niet nodig.

Tabel 1 Effecten, reikwijdte van de effecten en gevolgen op waarden van NNN

Effect	Reikwijdte	Gevolg op
Ruimtebeslag	Ter plaatse van de werkzaamheden	Natuurtype N08.02
Mechanische effecten	0,15 hectare op het werkterrein	Vegetatie & bodem Bodem: lokaal open leggen van bodem kan in een systeem van open duin leiden tot toename in diversiteit.
Verstoring door geluid, licht en optische verstoring	Rondom open ontgraving in NNN	Verstoringsgevoelige (vogel)soorten

4.2 Toetsing ruimtebeslag

Ter plaatse van de werkzaamheden treedt geen permanent oppervlakteverlies van NNN-gebied op omdat het om een tijdelijke maatregel gaat. De werkzaamheden zorgen voor een tijdelijk ruimtebeslag op NNN. Na het uitvoeren van de werkzaamheden kan het gebied weer zijn functie als NNN vervullen.

Omdat bij dit habitattype een nutriëntrijke humuslaag nagenoeg ontbreekt, is geen sprake van bodemaantasting door vergravingen. De kwalificerende waarden worden dan ook niet aangetast en mogelijk zelfs verbeterd door het ‘openmaken’ van de bodem en het bloot te stellen aan winddynamiek (zie paragraaf 4.3). Er zijn daarom geen permanente effecten op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN.

4.3 Toetsing mechanische effecten

Mechanische effecten kunnen optreden ter hoogte van de open ontgraving in het NNN. De open ontgraving is via de openbare weg te bereiken. De open ontgraving binnen het NNN ligt in de duinen en is begrensd als natuurtype Open duin [N08.02]. Het gaat om circa 0,15 hectare werkterrein. Vergraving is hier noodzakelijk, waardoor op kleine schaal de huidige waarden verdwijnen.

Het effect van ontgraven en berijden is dat vegetatie en de bodemopbouw verstoord worden. Gedurende de realisatie is het gehele werkgebied niet beschikbaar. Het betreft hier een recent aangelegd kunstmatig duingebied met mossen en helmvegetatie, waardoor er nog weinig tot geen bodemvorming en vegetatieontwikkeling heeft plaatsgevonden. Na afronding van de aanlegwerkzaamheden is herstel van de bodem en de vegetatie geen beperkende factor. Na-ijleffecten in de vegetatie zijn beperkt, lokaal en door de recente aanleg van korte duur. Negatieve

effecten op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN en het functioneren van het NNN zijn daardoor niet aan de orde.

4.4 Toetsing verstoring door geluid, licht en optische verstoring

De drie verstoringsvormen geluid, licht en optische verstoring worden in de duinen veroorzaakt door graafwerkzaamheden binnen NNN-gebied. Het grootste deel van de duinen rondom wordt gevormd door het beheertype Open duin (N08.02), Strand en embryonaal duin (N08.01) en Duinbos (N15.01). De biotische kwaliteit van deze typen wordt primair bepaald door de vegetatie, maar ook vogels zijn voor beide typen een kwaliteitsindicator. Voor het Open duin gaat het om zowel zeldzame, erg verstoringsgevoelige soorten (o.a. blauwe kiekendief, eider, velduil, grauwe klauwier) als om schaarse, minder verstoringsgevoelige soorten (o.a. kneu, nachtegaal, graspieper). Voor Strand en embryonaal duin zijn dit zeldzame en erg verstoringsgevoelige soorten (o.a. dwergstern, eider en strandplevier). Voor het Duinbos betreft het enkele typische bossoorten, die matig verstoringsgevoelig zijn (o.a. zwarte specht, groene specht, kleine bonte specht, blauwborst).

De open ontgraving ligt direct aan de Noordzeeboulevard. Daarnaast staan windturbines opgesteld aan de andere kant van de Noordzeeboulevard op circa 25 meter van de open ontgraving. Deze delen van de duinen zijn al aan verstoring onderhevig (zowel geluid, licht en visueel) door het aanwezige verkeer en de draaiende windturbines. Aanwezigheid van zeldzame, kritische soorten als blauwe kiekendief of velduil in dit deel van de duinen is daarom zeer onwaarschijnlijk. Minder kritische soorten (zoals graspieper) zouden hier wel voor kunnen komen (zowel in de duinen als in het duinbos richting het oosten). De werkzaamheden zijn tijdelijk (ca. 10 weken). Tijdens deze werkzaamheden zal tijdelijk verstoring door geluid, licht of visuele verstoring optreden, waardoor aanwezige vogels het gebied tijdelijk kunnen verlaten. Er komen geen kritische soorten voor in het gebied, waardoor er geen significante effecten optreden op de wezenlijke kenmerken en waarden van NNN.

5 Conclusie en samenvatting

TenneT is voornemens om een netaansluiting te realiseren die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet, het gaat om twee verbindingen. Eén daarvan is Net op zee IJmuiden Ver Beta.

De werkzaamheden voor het aanleggen van de 525kV-gelijkstroomkabels op land voor de aansluiting naar het converterstation vindt voor het VKA-tracé voor 0,15 hectare plaats binnen het NNN. Deze werkzaamheden zijn tijdelijk van aard en hebben alleen een effect op NNN tijdens de aanlegfase. De kabels komen onder de grond te liggen waardoor effecten tijdens de gebruiksfase op voorhand kunnen worden uitgesloten.

Het aanleggen van het VKA-tracé heeft geen permanent effect op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. De functionaliteit van het NNN-gebied blijft tijdens de aanleg en in de gebruiksfase behouden.
De beschreven effecten op NNN zijn van tijdelijke aard. Ruimtebeslag, mechanische effecten en verstoring als gevolg van licht, geluid en optische verstoring vinden niet plaats waardoor er geen effect op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN is. Er zijn daarom geen verdere procedures vereist in het kader van de NNN.

6 Bibliografie

Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland. (2013). *Beleidsregel Compensatie Natuur, Recreatie en Landschap Zuid-Holland 2013.*

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2012). *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte.*

Provincie Zuid-Holland. (2019, februari 20). *Omgevingsverordening Zuid-Holland*. Opgehaald van Decentrale regelgeving overheid: http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/XHTMLoutput/Historie/Zuid-Holland/622914/CVDR622914_3.html

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer
30069169

Datum
12-11-2021

Status
Definitief

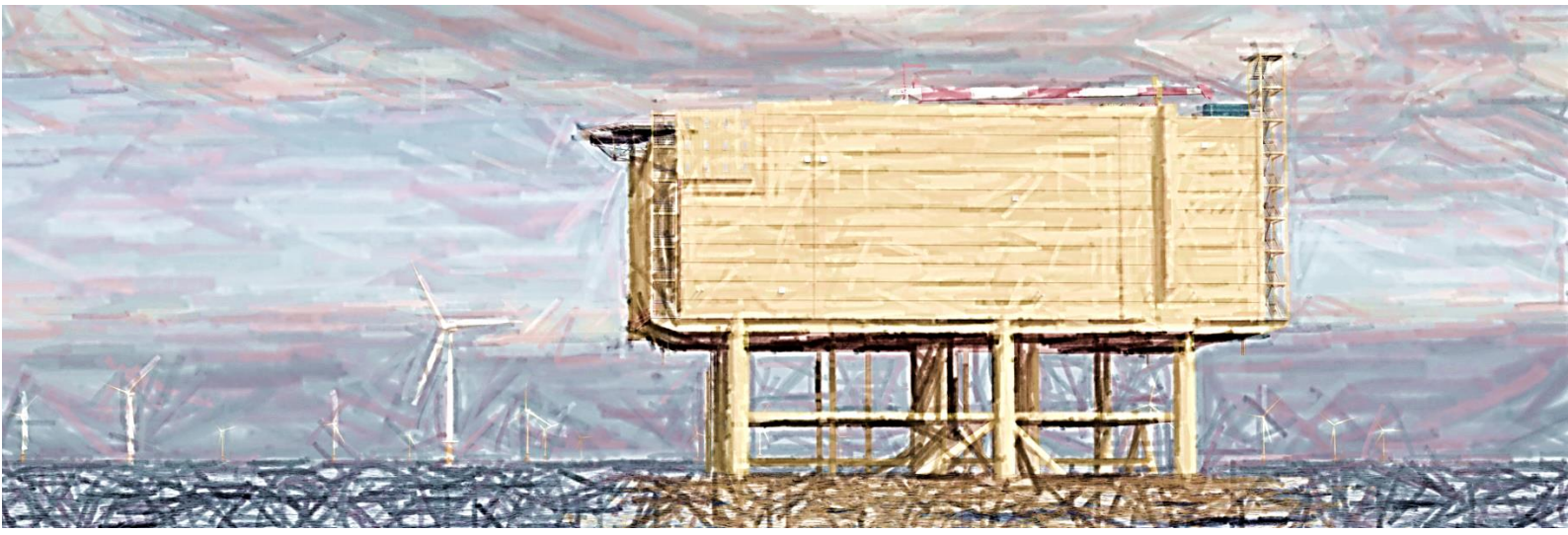
Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta - MER fase 2
Bijlage VIII - C Effecten van elektromagnetische velden op land



Datum: 16 april 2021
Versienummer: V1
Status: Definitief

In opdracht van van:

Effecten van elektromagnetische velden

Toelichting

Hoogspanningslijnen wekken elektromagnetische velden op (hierna: EMV), net zoals veel huishoudelijke apparatuur, et cetera. Aan elektromagnetische velden is initieel veel onderzoek verricht vanwege berichten dat hoogspanningslijnen gezondheidseffecten zouden veroorzaken (zie voor nadere informatie achtergronddocument Ruimtegebruik en Leefomgevingskwaliteit). Naderhand is meer onderzoek verricht naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden op dieren.[1]

Laboratoriumonderzoek

Er zijn diverse studies naar de effecten van elektromagnetische velden op fysiologie en gedrag van dieren onder laboratoriumcondities uitgevoerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat in veel studies een hogere blootstelling aan elektromagnetische velden (langer en/of hogere intensiteit) is toegediend dan in normale praktijksituaties kan optreden.

Bij ratten bleek geen kanker te ontstaan als gevolg van EMV, wel werd bij een aantal experimenten de groei van geïnitieerde tumoren versneld[2]. In ratten en koeien blijken diverse lichaamseigenschappen, zoals bloedglucosewaarden en waarden van diverse andere stoffen in het bloed te wijzigen[3]. Sommige studies naar het immuunsysteem van laboratoriumdieren laten veranderingen zien[4], andere daarentegen niet[5]. Hetzelfde geldt voor studies naar het zenuwsysteem[6]. Ook onderzoeken naar het reproductieve systeem leiden tot tegengestelde resultaten, met deels wel[7] en deels geen effecten[8]. De ontwikkeling van embryonale zebravis vertoonde geen afwijkingen bij blootstelling aan magnetische velden tot twee uur na bevruchting, maar wel bij blootstelling aan magnetische velden na 48 uur[9]. Meer consistente resultaten zijn er voor wat betreft melatonine, een hormoon dat geassocieerd is met de aanwezigheid van daglicht en onder andere het slaap-waak ritme reguleert. Elektromagnetische velden lijken de aanmaak van melatonine te remmen[10]. Gedragsonderzoek leidt niet tot eenduidige resultaten, maar sterktes van elektromagnetische velden, zoals die in praktijksituaties voorkomen, zijn niet schadelijk[11]. Ook onderzoek naar stresshormonen leidt tot niet-consistente resultaten, met in sommige studies verhoging van de concentratie van stresshormonen en in andere studies een afname daarvan.[12]

---

[1] Duke Engineering & Services, 2001
[2] Lee e.a. 1996, NIEHS 1999, Yasui e.a. 1997, Baum e.a. 1995, Ekstrom e.a. 1998, Mevissen e.a. 1993, Mevissen e.a. 1996, Mevissen e.a. 1998
[3] Babovich en Kozyarin 1979, Shandala e.a. 1979, Burchard e.a. 1999
[4] Morris 1985, Maudeville e.a. 1995
[5] Morris en Philips 1983, Cerretelli e.a. 1979, Anderson 1991, LeBars e.a. 1983
[6] Hansson 1981, Jaffe e.a. 1980, Vasquez e.a. 1988a, 1988b, Albert e.a. 1984, Jaffe 1985, Portet e.a. 1984, Margonato e.a. 1995
[7] Juutilianen e.a. 1987, Sikov e.a. 1987, Andrienko 1977, Burack 1984
[8] Kowalczuk en Saunders 1990, Martin 1992, Kowalczuk e.a. 1994, Cerretelli e.a. 1979, Le Bars e.a. 1983, Seto e.a. 1984, Graves 1985, Fam 1981
[9] Skauli e.a. 2000
[10] Wilson e.a. 1981, 1983, 1986, Lee e.a. 1996, NIEHS 1999
[11] NIEHS 1999
[12] Quinlan e.a. 1985, Portet en Cabanes 1988, Free e.a. 1981, De Bruyn en De Jager 1994, Seto e.a. 1982a, 1982b, Hsieh e.a. 1983

Samenvattend zijn er geen eenduidige resultaten te destilleren uit het onderzoek naar de effecten van elektromagnetische velden op dieren onder laboratoriumcondities, zowel niet voor wat betreft de fysiologie als wat betreft het gedrag. Met uitzondering van de aanmaak van het hormoon melatonine, dat invloed heeft op het slaap-waak ritme en op activiteitspatronen, en dat lijkt af te nemen bij blootstelling aan elektromagnetische velden.

Veldonderzoek

Planten
Op planten zijn geen effecten van elektromagnetische velden gevonden, met uitzondering van beschadigingen aan de toppen van vooral spitse bladeren (zoals van naaldbomen)[13].

Insecten
Elektromagnetische velden leiden tot schadelijke effecten bij honingbijen, blijkens studies van Greenberg e.a. (1981) en Rogers e.a. (1982) die kolonies direct onder hoogspanningslijnen plaatsten. De sterfte van bijen nam toe, terwijl de winteroverleving van kolonies afnam. De effecten werden geminimaliseerd door een geaard draadscherm op de bijenkasten te plaatsen. De bijen werden dus beïnvloed door elektrische velden, niet door magnetische velden. Orlov (1990) vond een afname van de activiteit van insecten (muggen en bijen) onder hoogspanningslijnen, bij veldsterktes van respectievelijk 7 kV/m en 50 kV/m.

Zoogdieren en vogels
Bij zoogdieren en vogels zijn geen bewijzen gevonden voor negatieve effecten van elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen. Wel zijn er veranderingen als gevolg van elektromagnetische velden waargenomen in concentraties van stoffen als hormonen in het lichaam van dieren en reproductieve eigenschappen (bijvoorbeeld eigenschappen van eieren van vogels), maar effecten op overleving en voortplanting kunnen niet worden aangetoond of zijn afwezig.[14].

Conclusies
Elektromagnetische velden lijken in laboratoriumsituaties effect onder hoge dosering te hebben op het functioneren van planten en dieren. De laboratoriumonderzoeken zijn echter gedaan bij sterktes van elektromagnetische velden die in veldsituaties niet of nauwelijks optreden en zijn daarom weinig voorspellend voor wat in het veld gebeurt. In die studies zijn met name bij dieren veranderingen merkbaar in gehalten van diverse stoffen in het lichaam. De bestaande studies leveren tot dusverre geen bewijs voor schade aan dieren die in vrije condities leven. In de literatuur wordt gerapporteerd over onderzoek dat is uitgevoerd met veel hogere veldsterktes dan de veldsterktes ter hoogte van deze hoogspanningslijn. Bij de onderzoeken konden geen eenduidige effecten worden gevonden. Op basis van het literatuuronderzoek kan geconcludeerd worden dat geen substantiële/relevante effecten zullen optreden. Het onderwerp wordt derhalve niet nader uitgediept.

[13] McKee 1985, Hodges en Mitchell 1984, Hilson e.a. 1983, Parsch en Norman 1986
[14] Lee e.a. 1996, Goodwin 1975, Lee 1980, Hanowski 1993, Schreiber e.a. 1976

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer
-

Datum
16 april 2021

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage IX-A Themakaarten Landschap & Cultuurhistorie



Datum: 04-03-2021
Versienummer: -
Status: Definitief

In opdracht van van:

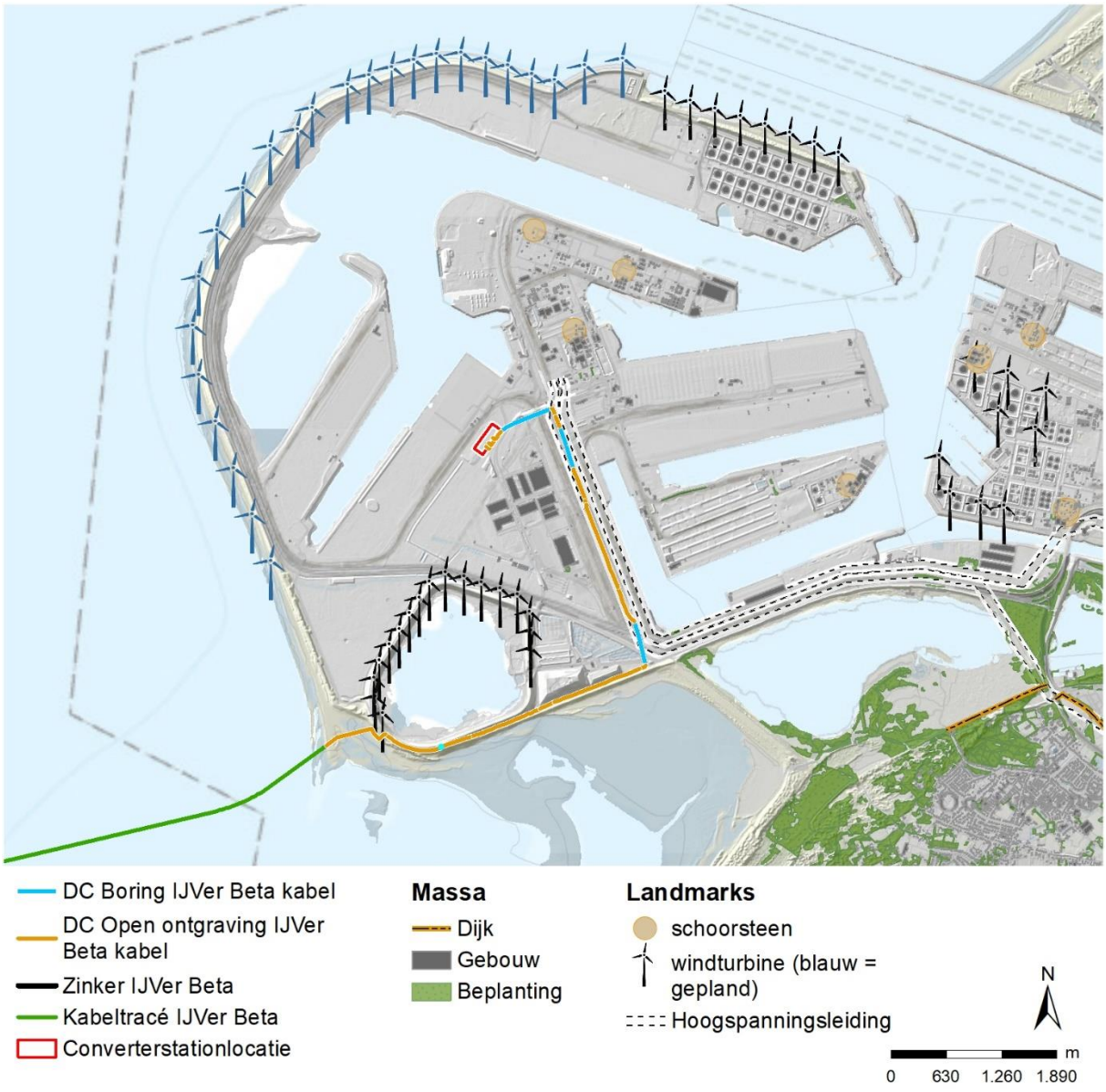
1 Themakaarten Landschap & Cultuurhistorie



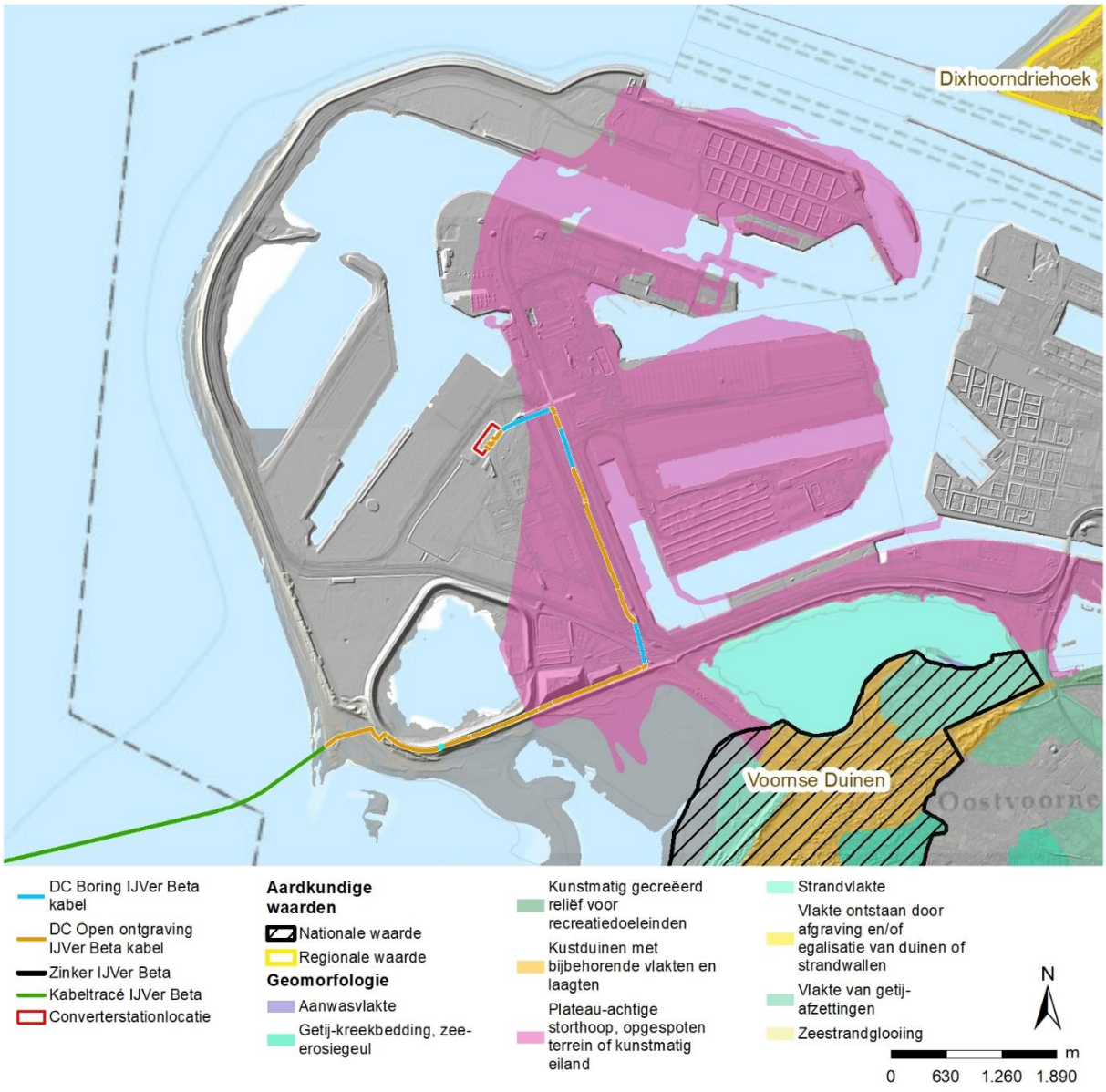
Themakaart - Gebiedskarakteristiek



Themakaart - Samenhang tussen specifieke elementen en hun context



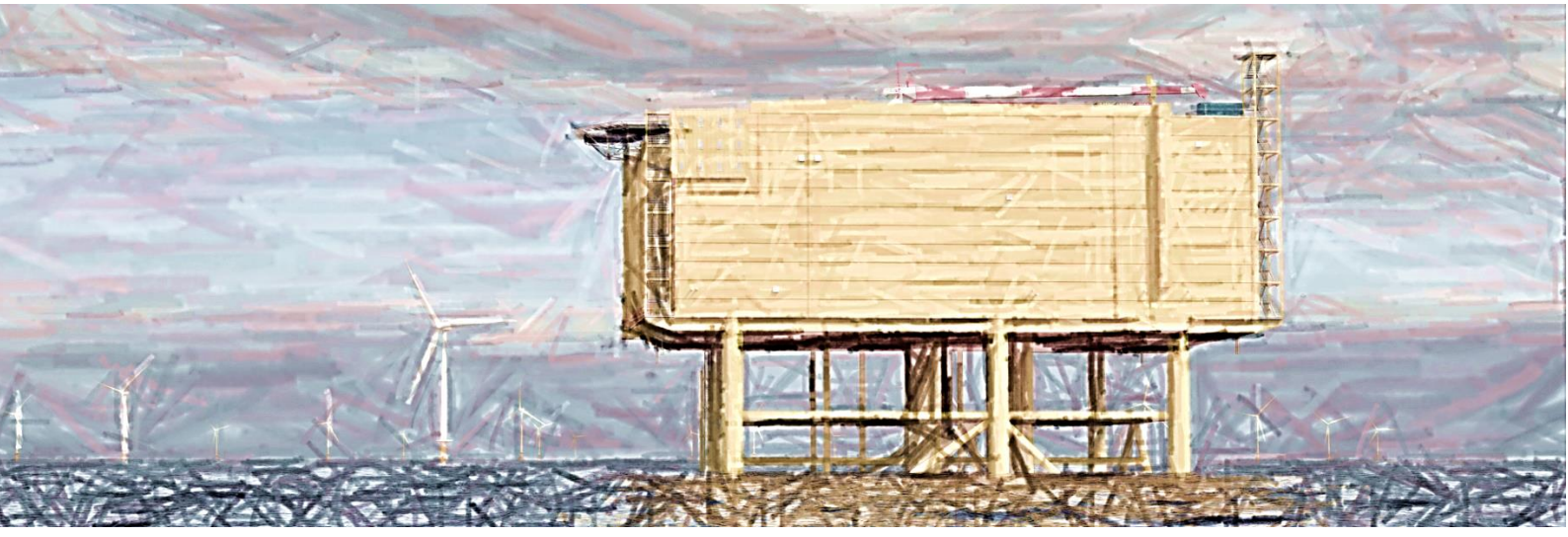
Themakaart - Zichtbaarheid en beleving



Themakaart - Aardkundige waarden

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage IX-B Visualisaties zichtbaarheid en beleving



Datum: 04-03-2021
Versienummer: -
Status: Definitief

In opdracht van van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

1 Visualisaties zichtbaarheid en beleving



Overzicht standpunten en kijkrichting visualisaties



Visualisatie converterstation Maasvlakte - vanaf standpunt 2.2



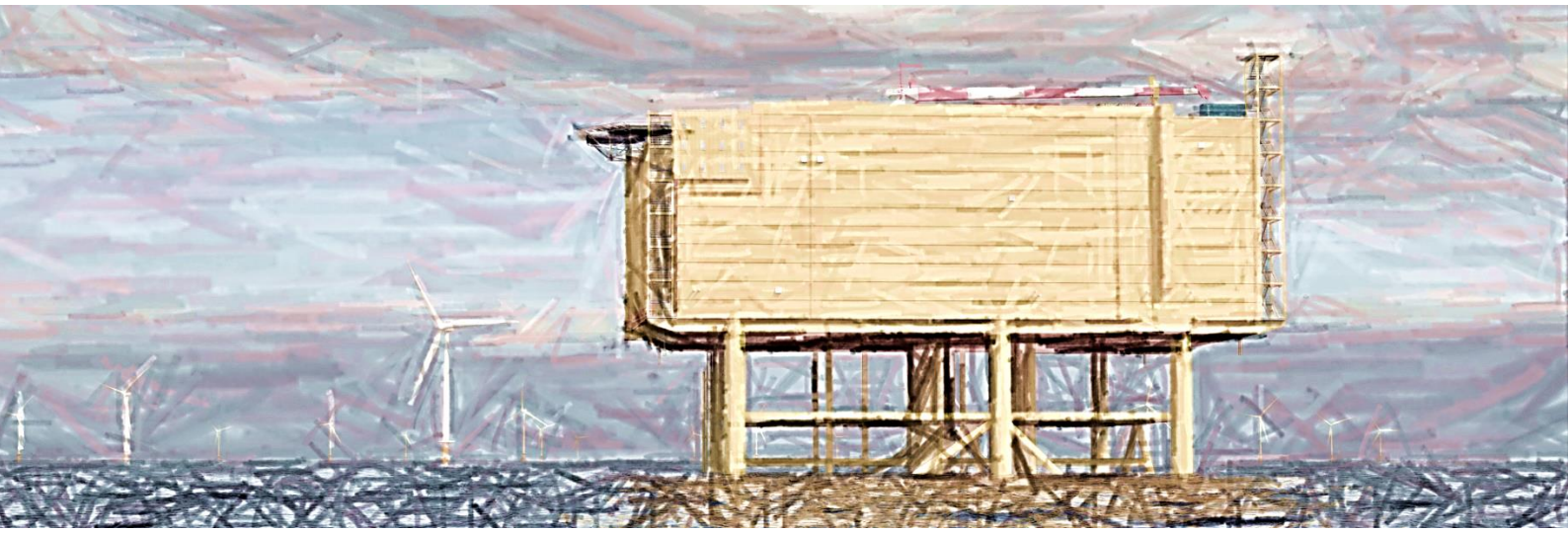
Visualisatie converterstation Maasvlakte - vanaf standpunt 2.3



Visualisatie converterstation Maasvlakte - vanaf standpunt 3

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 Bijlage X-A Bureauonderzoek Archeologie op zee IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

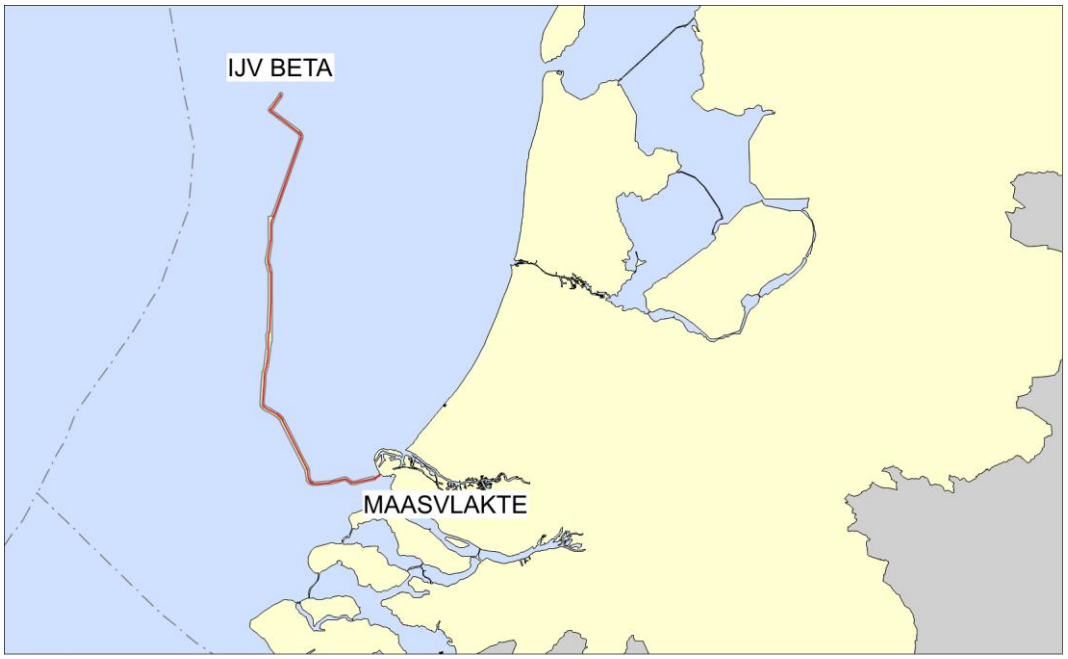
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Bureauonderzoek

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Voorkeursalternatief
MER fase 2

Inclusief Addendum



Periplus Archeomare rapport 20A024-01B

Auteurs:
R. van Lil, S. van den Brenk en R. Cassée

In opdracht van:

Document Controle	
Revisie	2.2
Datum	29-10-2021
Periplus Archeomare referentie	20A024-01B
Klant (project) referentie	Net op zee IJmuiden Ver Beta

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 20A024-01B

Bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Beta
Voorkeursalternatief - MER fase 2

Auteurs: R. van Lil, S. van den Brenk & R. Cassée

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon: W. Zijl en D. Knapen

© Periplus Archeomare - oktober 2021.
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Rev	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.2	Tekstuele aanpassingen in het Addendum	RC	BvM	BvM	29-10-2021
2.1	Addendum NCN contacten gewijzigd VKA-tracé toegevoegd	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	09-07-2021
2.0	Aanpassen VKA-tracé | Opmerkingen RCE verwerkt	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	07-06-2021
1.2	Verwerking aangepaste uitgangspunten en optimalisatie VKA-tracé	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	26-02-2021
1.1	Concept	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	16-12-2020
1.0	Concept	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	25-11-2020



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting **3**

1. Inleiding **5**

1.1. Algemeen 5

1.2. Voorgenomen activiteiten 6

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden 8

1.4. Aanleiding 9

1.5. Doelstelling 9

1.6. Onderzoeksvragen 9

1.7. Onderzoekskader 10

1.8. Kwaliteitsborging 11

1.9. Bronnen 11

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek **13**

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01) 13

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02) 16

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03) 23

2.4. Geologische gegevens (LS04) 29

2.5. Archeologische waarden (LS04) 39

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05) 51

3. Beantwoording onderzoeksvragen **55**

4. Conclusies en advies **59**

5. Addendum **61**

Lijst met afbeeldingen **63**

Lijst met tabellen **64**

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen **65**

Referenties **67**

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal **71**

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems **72**

Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé **73**

ADDENDUM **75**

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

Provincies:	Zuid-Holland			
Gemeente:	Rotterdam			
Plaats:	Noordzee			
Toponiem:	Net op zee IJmuiden Ver Beta			
Kadastrale gegevens:	n.v.t.			
Kaartbladen:	1801-1 , 36O			
Coördinaten onderzoeksgebied (ETRS89 UTM31N)	Centrum:	E 535388 N 5788788		
	West	E 532991	Noord	N 5827731
	Oost	E 548530	Zuid	N 5749845
Kabeltracé	Voorkeursalternatief + corridors: - Offshore enkele bundel: 1000 m corridor; 500 m aan weerszijden van hartlijn - Offshore parallelle ligging aan Alpha kabelbundel: 1200 m corridor; 500 m west van VKA Alpha | 200 m tussen VKA Alpha en VKA Beta | 500 m oost van VKA Beta - Nearshore binnen gemeente Rotterdam: 200 m corridor; 100 m aan weerszijden van hartlijn			
Oppervlakte onderzoeksgebied	Onderzoeksgebied: 161.8 km^2			
Lengte tracé (offshore + nearshore))	145.7 km			
Huidig watergebruik	Beroepsvaart, visserij, zandwinning, recreatie			
Waterstaatkundige gegevens	Noordzee: open zee, zout water, getijdenstroming			
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Zee en Delta			
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat Zee en Delta; gemeente Rotterdam			
Contactpersoon namens bevoegd gezag:	Dhr. J. van Zoonen, Mevr. P. Schouten			
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed; Archeologie Rotterdam			
Deskundige namens de bevoegd gezag:	Mw. M. Snoek (RCE); J. Opdebeeck (RCE); B.I. Smit (RCE)			
ARCHIS zaaknummer:	4744821100			
Periplus-projectcode:	20A024-01B			
Periode van uitvoering:	februari - juli 2021			
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare BV, Amsterdam			

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare heeft in opdracht van Arcadis Nederland voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Beta is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

Het onderhavige onderzoek betreft het geoptimaliseerde VKA-tracé van de platformlocatie IJmuiden Ver Beta naar de Maasvlakte 2 inclusief corridors. Het kabeltracé MVL-2 is op basis van het MER fase 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) als VKA (voorkeursalternatief) gekozen. Het VKA-tracé is op punten aangepast (geoptimaliseerd) na onderling overleg van TenneT, Rijkswaterstaat en het Ministerie van EZK.

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridors van het VKA-tracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn 7 scheepswrakken bekend, waaronder de resten van een 19e-eeuws stoomschip en een houten driemaster. Van geen van de 7 bekende scheepswrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Zolang de archeologische waarde van deze bekende wrakken niet is vastgesteld, wordt ervan uitgegaan dat het om historisch erfgoed gaat, totdat het tegendeel bewezen is.

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is gerelateerd aan het laat-*pleistocene* en vroeg-*holocene* landschap dat onder de jongere mariene zanden schuil gaat.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting van het geoptimaliseerde VKA-tracé te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	**Methode**	**Doel**	**Opmerking**
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken met een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren *pleistocene* landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Magnetometer	Opsporen en karteren van geologie (paleogeulen)	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping;	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek voordat kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
		toetsen van verwachting	onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Wanneer de onderzoeksmethoden zoals in de tabel beschreven worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE). Het PvE met de onderzoeksvragen dient voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door het bevoegd gezag.

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

Na oplevering van de definitieve versie van dit rapport is het VKA-tracé gewijzigd. De wraklocaties binnen het gewijzigde VKA-tracé (aangeleverd mei 2021) komen overeen met die van het tracé dat voor dit rapport is gebruikt (aangeleverd februari 2021). De wijzigingen in het VKA-tracé zijn vrijwel niet van invloed op de verwachte geologie | prehistorische landschappen en de daaraan gerelateerde verwachting voor prehistorische resten.

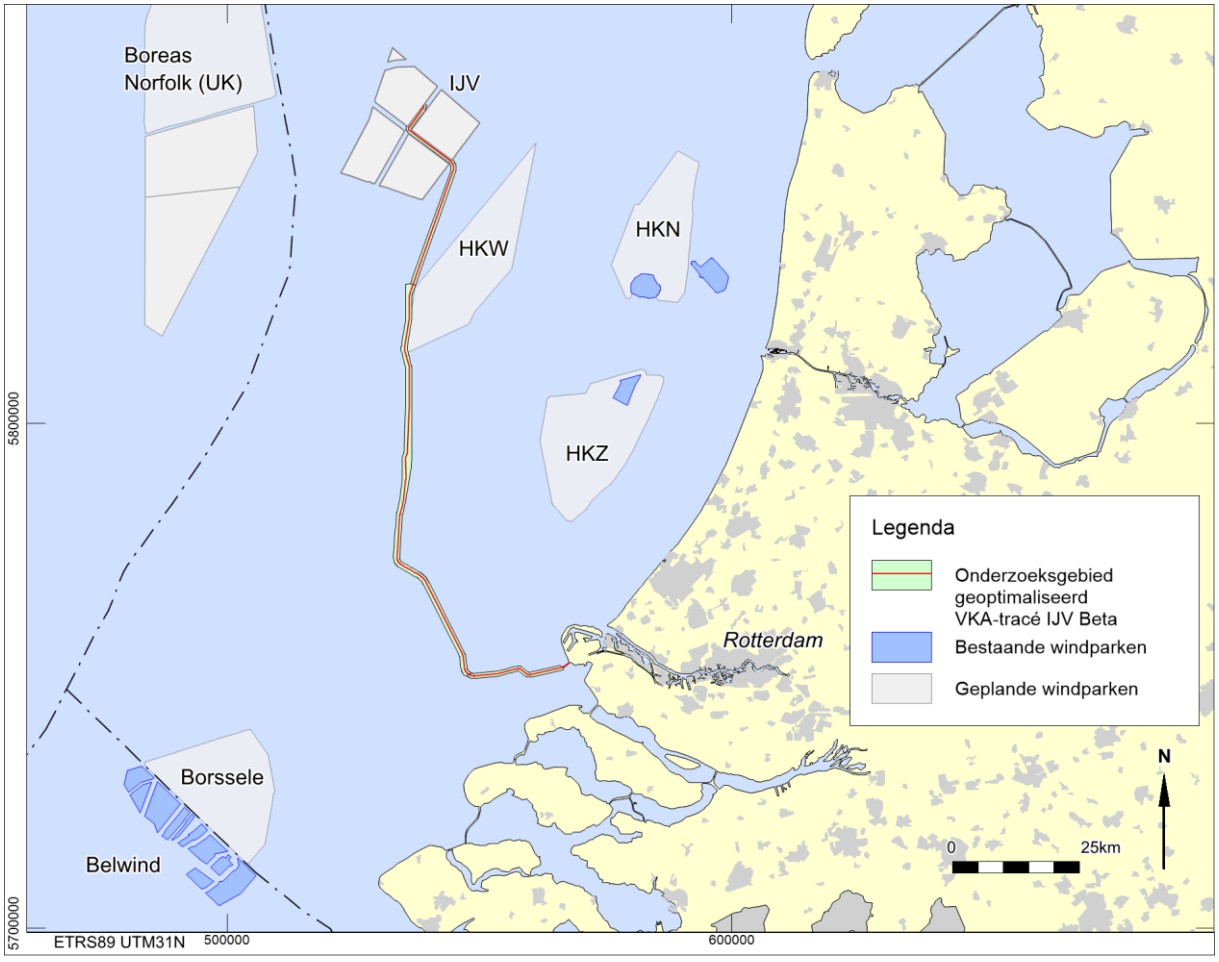
1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Beta is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380 kV-hoogspanningsnet.

In het MER fase 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) zijn een aantal tracéalternatieven onderzocht. Op basis van dit onderzoek is de keuze gemaakt voor het voorkeursalternatief (VKA). Na de vaststelling van het VKA is het VKA-tracé gewijzigd[1] (geoptimaliseerd), zodat rekening wordt gehouden met eventuele, toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen rondom extra Wind op Zee.

In het kader van het MER fase 2 wordt het archeologisch potentieel van het geoptimaliseerde VKA-tracé en de mogelijke effecten van de aanleg van de kabels op dit archeologisch potentieel nader onderzocht. Het onderhavige bureauonderzoek richt zich enkel op de waterbodem van het kabeltracé plus onderhoudscorridors op zee naar het aanlandingspunt van de Maasvlakte 2.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

[1] = wijziging ten opzichte van VKA beschreven in revisie 1.1 van dit rapport.

De andere verbinding heet Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor het geoptimaliseerde VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha is een separaat rapport opgesteld.[2]

1.2. Voorgenomen activiteiten[3]

TenneT is initiatiefnemer voor het aanleggen en beheren van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Er wordt gebruik gemaakt van een platform op zee waarop 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. Wanneer wordt gesproken over de voorgenomen activiteit Net op zee IJmuiden Ver Beta dan omvat dat de onderstaande onderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. De kabels en het converterstation op land maken geen deel uit van dit bureauonderzoek.

Vanaf het platform IJmuiden Ver Beta loopt het kabeltracé in de zeebodem naar de kust. De kabels worden gebundeld aangelegd. Aan weerszijden van de hartlijn wordt een onderhoudszone van 500 meter aangehouden. De corridorbreedte bedraagt 1000 meter (zie afbeelding 2).



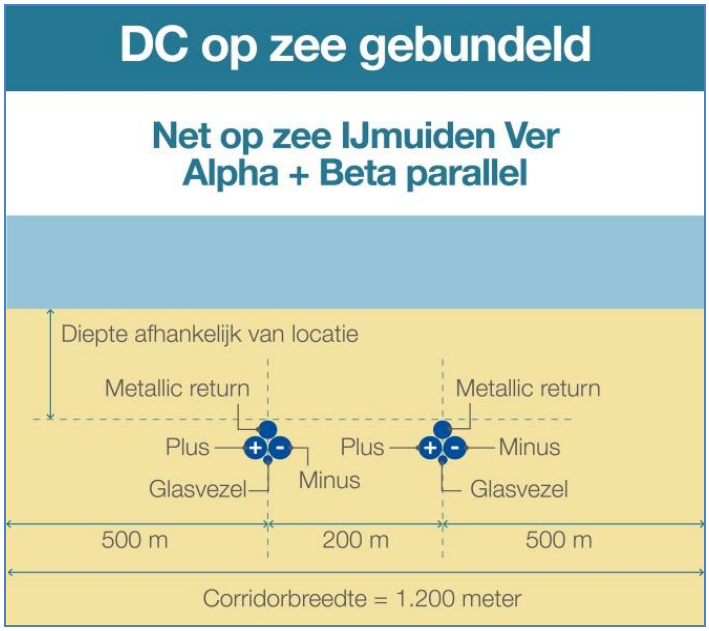
Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging (bron: TenneT)

De tracés van de geoptimaliseerde voorkeursalternatieven van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta lopen gedeeltelijk parallel. Binnen de parallelle sectie van de tracés komen de twee kabelbundels maximaal op 200 meter van elkaar te liggen. Binnen de sectie waar de kabelbundels van Alpha en Beta parallel lopen is de corridorbreedte 1200 meter (zie afbeelding 3).[4]

[2] Lil 2021; Periplus Archeomare rapport 20A024-01A.
[3] Deels overgenomen uit: Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) voor de netaansluiting IJmuiden Ver Beta. TenneT TSO B.V.
[4] Bron: Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) voor de netaansluiting IJmuiden Ver Beta. TenneT TSO B.V.

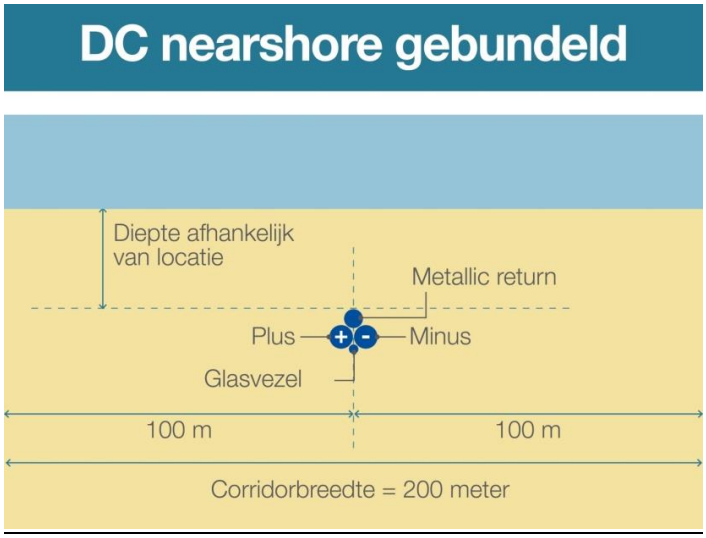
De benodigde breedte voor de parallelle tracés van de kabels is opgebouwd uit:

- Een onderlinge afstand tussen de kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.



Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met twee parallelle kabeltracés (Alpha en Beta naast elkaar; bron: TenneT)

Nearshore wordt binnen de gemeente Rotterdam voor het zee-gedeelte een smallere onderhoudszone gehanteerd. De onderhoudszone is hier 100 meter aan weerszijden van de hartlijn. De corridor is hier dus 200 meter breed (zie afbeelding 4).



Afbeelding 4. Breedte kabeltracé nearshore gebundelde ligging (bron: TenneT)

De secties van het voorkeurstracé en de bijbehorende breedtes van de onderhoudscorridors zijn in onderstaande tabel samengevat.

Sectie	Parallel aan Alpha tracé?	Lengte kabeltracé	Breedte corridor	Opmerking
Beta platformlocatie	N.v.t.	N.v.t.	1000 m	500 m rondom centrum platformlocatie
Offshore	Nee	41970 m	1000 m	500 m aan weerszijden hartlijn
Offshore	Ja	82600 m	1200 m	Gezamenlijke onderhoudscorridor: 200 m tussen VKA Alpha en VKA Beta 500 m west van VKA Alpha 500 m oost van VKA Beta
Offshore	Nee	19650 m	1000 m	500 m aan weerszijden hartlijn
Nearshore (gem. Rotterdam)	Nee	1346 m	200 m	100 m aan weerszijden hartlijn

Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Beta

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden[5]

De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta zullen worden geïnstalleerd binnen de grenzen van de corridors. Deze corridors wordaen in het inpassingsplan (tot 1 km buiten de kust) en in de vergunningen opgenomen. De ervaring, opgedaan in de voorgaande Net op zee projecten Borssele en Hollandse Kust (zuid), is dat het vermijden van obstakels binnen de corridor in de meeste gevallen leidt tot kleinere effecten en lagere kosten over de levensduur van de kabels dan het onderzoeken en opruimen van die obstakels.

In veel gevallen, zoals bij het aantreffen van potentiële niet gesprongen explosieven en bij het aantreffen van groot schroot als ankers, platen, balken, buizen etc. kan worden volstaan met lokale verlegging van de route van enkele meters naar links of naar rechts. Voor wrakken en voor (andere) objecten met potentieel archeologische waarde volstaat het niet om de route maar enkele meters te verleggen.

De redenen hiervoor zijn:

1. In de nabijheid van bekende objecten met archeologische waarde kunnen andere objecten liggen die nog niet in beeld zijn ten tijde van het bureauonderzoek. Rond een wrak van archeologische waarde kunnen onderdelen van het wrak liggen, die nog niet in beeld zijn voordat er een gedetailleerd routeonderzoek is uitgevoerd. Om die objecten ook te vermijden, wordt voor wrakken en andere objecten van potentieel archeologische waarde een afstand aangehouden van 100 meter tot de omtrek van het bekende object. De praktijk heeft uitgewezen dat daarmee ook omliggende objecten, die nog niet in beeld zijn, effectief vermeden kunnen worden.
2. Een tweede reden waarom wrakken en (andere) objecten met potentieel archeologische waarde worden vermeden is een praktische. Dergelijke objecten kunnen boven het zeebed uitsteken, denk bijvoorbeeld aan omhoogstekende delen van masten, een boeg van een schip, een deel van een muur etc. Een umbilical van een onderwaterrobot (de streng van kabels en leidingen die de robot met het moederschip verbindt en waardoor de robot energie krijgt en bediend wordt) kan achter dergelijke obstakels blijven hangen. Dat kan tot ernstige hinder voor de installatie van de kabels leiden. Ook daarom worden wrakken en andere grotere obstakels met 100 meter afstand tot de omtrek van het object vermeden.

De mogelijkheden om binnen de gegeven corridor een route voor een kabel te vinden die vrij is van grote obstakels, hangt samen met de dichtheid van de hoeveelheid grote obstakels en met de nabijheid van andere kenmerken van het gebied zoals onderwaterinfrastructuur (zoals kabels en leidingen) en gesloten gebieden waar de kabels niet door heen gelegd kunnen worden (zoals ankergebieden).

[5] Tekst aangeleverd door Arcadis / TenneT.

De ervaring heeft geleerd dat wrakken regelmatig op een net iets andere plek aangetroffen worden dan op de opgegeven locaties en dat er in gebieden waar al veel obstakels bekend zijn, in de regel ook onbekende obstakels aangetroffen worden. Waar al veel wrakken liggen, worden regelmatig nog onbekende wrakken aangetroffen. Pas na het uitvoeren van een gedetailleerde route survey zal duidelijk worden wat de mogelijkheden zijn om een route binnen de corridor te vinden die vrij is van grote obstakels. Als een dergelijke vrije route niet te vinden is, dan resteren twee mogelijkheden binnen de gegeven corridor:

1. De eerste mogelijkheid is om grote obstakels en wrakken te verplaatsen of op te ruimen. Op de Westerschelde zijn in het verleden meerdere obstakels en wrakken opgeruimd.
2. De tweede mogelijkheid is om de kabels veel dichter bij elkaar te installeren dan vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud praktisch is. Deze mogelijkheid biedt soms een uitweg, maar heeft wel gevolgen voor het beheer en onderhoud. Wanneer in een dergelijk deel van de route bijvoorbeeld schade aan een van de kabelbundels ontstaat, dan zullen daar mogelijk beide kabelbundels moeten worden vervangen. Het gevolg is dat gedurende de periode van de reparatie (tussen de 30 en 60 dagen) beide kabelbundels buiten gebruik zijn.

1.4. Aanleiding

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd, geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.5. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied van VKA-tracé op zee inclusief de onderhoudscorridors.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (*KNA* 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.6. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*

- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*

- *Vormt de aanleg van kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior Prospector Specialisme Waterbodems) en S. van den Brenk (Senior KNA archeoloog Specialisme Waterbodems) en R.W. Cassée (KNA archeoloog waterbodems i.o.).

1.7. Onderzoekskader

De stand van kennis van de ontwikkeling van het landschap in het Noordzeegebied gedurende het *Pleistoceen* en het Vroeg *Holoceen*, is beperkt. Dit geldt ook voor onze kennis van de vegetatieontwikkeling en het gebruik van het landschap door mens en dier. Deze kloof in geo-archeologische kennis is herkend en erkend door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Om deze kennisleemte op te vullen is het 'North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF)' gepubliceerd, waarin de basis is gelegd voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorische erfgoed. De thema's en onderwerpen van de NSPRMF staan vermeld in tabel 4.

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-isostacy A.3: Survival of deposits of archaeological significance A.4: Biostratigraphies and absolute dating
B. Palaeogeography and environment	B.1: Middle/Late Pleistocene reshaping of topography and river drainage B.2: Development of the Weichselian/Devensian landscape B.3: Palaeogeographic evolution after the Last Glacial Maximum (LGM) B.4: Quaternary palaeoecology
C. Global perspectives on intercontinental hominin dispersals	C.1: North Sea coastal dynamics and human uses of the coastal zone C.2: Pleistocene North Sea level oscillations and population of islands
D. Pleistocene hominin colonisations of northern Europe	D.1: Early human exploitation strategies in changing environments D.2: Natural barriers for hominin expansion
E. Reoccupation of northern Europe after the Last Glacial Maximum (LGM)	E.1: Post-LGM occupation flux E.2: Occupation strategies
F. Post-glacial land use dynamics in the context of a changing landscape	F.1: Changing landscape structure F.2: Behavioural diversity among hunter-gatherers F.3: Maritime archaeologies of the North Sea
G. Representation of prehistoric hunter-gatherer communities and lifeways	G.1: Spatial perspectives on North Sea palaeolandscapes G.2: The distributional nature of early hominin communities G.3: Enculturated hunter-gatherer landscapes

* Despite the fact that theme G primarily focusses on post-LGM hunter-gatherers, topic G.2 was broadly defined, and of equal relevance to theme D.

Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009)

In 2019 is de NSPRMF-agenda bijgesteld op basis van de ontwikkelingen in het vorige decennium. Dit rapport bevat de basis voor het beleid in de komende jaren. De archeologische studies die momenteel worden uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van windparken, pijpleiding- en kabelinstallatie, zandwinning en exploratie voor olie en gas in het Noordzeegebied, worden uitgevoerd in overeenstemming met de AMZ-cyclus.[6] Deze studies zullen bijdragen tot de doelstellingen die zijn vastgelegd in de NSPRMF.

Zoals hierboven beschreven is er weinig bekend over de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, hun nederzettingen en de manier waarop zij zich in het snel veranderende landschap staande hielden. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen is daarom groot. Dit staat ook in de Nationale Onderzoeksagenda voor Vroege Prehistorie: '*Locaties en alle omringende fenomenen die*

[6] AMZ = Archeologische Monumentenzorg cyclus: een serie van opeenvolgende processtappen die dienen te worden doorlopen tijdens archeologisch onderzoek. Zie ook Bijlage 1 bij dit rapport.

zich in paleo-landschapscontexten bevinden die niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.' Voor toekomstig onderzoek zal daarom naast het NSPRMF worden verwezen naar het kader en de onderzoeksvragen in de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA).

1.8. Kwaliteitsborging

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (*KNA* waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01, LS02, LS03, LS04 en LS05. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen de onderzoekscorridors;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. De effectbeoordeling van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

1.9. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- TNO grid model geologie Noordzee
- GeoTOP grid model geologie land
- Rijkswaterstaat Zee en Delta
- *TNO-NITG* ; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 67.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 65.

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)

De ministeries van EZK en Binnenlandse zaken hebben in onderlinge afstemming op basis van het MER 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) het kabeltracé MVL-2 als VKA (voorkeursalternatief) aangewezen om het platform op zee van windpark IJmuiden Ver Beta aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Het VKA-tracé is op drie punten aangepast (geoptimaliseerd) na onderling overleg van TenneT, Rijkswaterstaat en het Ministerie van EZK.

De veranderingen van het offshore VKA-tracé bevinden zich:

1. Ter hoogte van het zuid-oostelijke punt van de Bruine Bank in combinatie met het windenergiegebied Hollandse Kust (zuidwest);
2. Kruising van de scheepvaartroute TSS Maas Northwest;
3. Passage ten oosten van lichtplatform Goeree.

De benodigde diepte waarop de kabelbundel wordt aangelegd is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabels op zee om de kans op schade aan de kabels, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te minimaliseren. Tegelijkertijd zal TenneT de kabels ook niet dieper dan noodzakelijke begraven. Daarmee wordt de thermische belasting van de kabels zo laag mogelijk gehouden en worden de maatschappelijke kosten voor de installatie tot een minimum beperkt.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in “simultaneous lay and burial” begraven en “post lay burial” begraven.[7]

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren “*pre sweeping*” genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van “*simultaneous lay and burial*”. Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt “*post lay burial*” genoemd.

[7] Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.

Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van 3 meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter binnen een VSS.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperioden verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs het VKA-tracé worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolgen van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van het kabeltracé.

Tot 3 kilometer uit de kust wordt de kabelbundel minimaal 3 meter onder het niet mobiele referentievlak aangelegd. Dit betekent dat de trenchdiepte in dit deel van het VKA-tracé 5 meter is. In een 'worst case' situatie kan de installatie tot 8 meter onder het bodemniveau zijn. Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar is de aanlegdiepte buiten een VSS minimaal 1 meter onder het niet mobiele referentievlak onder de zandgolven. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn. Binnen een VSS is de aanlegdiepte minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht, omdat de kabels relatief dun zijn en begraven liggen onder de zeebodem. Dit is anders op de locatie van het Alpha-platform.

Het platform bestaat uit twee onderdelen:

- Een stalen draagconstructie gefundeerd door middel van een jacket met palen of suction buckets, waarbij de constructie in beide gevallen circa 23 meter boven het water uitsteekt;
- Een bovenbouw (topside); afmetingen: 110 m x 80 m x 45 m.

Een jacket heeft of 8 of 12 palen met een diameter van 2,5 meter per stuk. De heipalen worden 60 meter diep (bij 8 palen) of 50 meter diep (bij 12 palen) de bodem ingebracht.

Indien wordt gekozen voor een fundering met suction buckets, zal deze waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van circa 8 meter en een totaal een oppervlak van circa 400 m2. De jacket wordt op het zeebed gezet. Het water wordt weggepompt uit de buckets waardoor er een onderdruk wordt gecreëerd en de buckets als het ware het zeebed worden ingezogen. De buckets zullen 6 tot 8 meter de zeebodem ingaan.

De plaatsing van het platform leidt tot een directe verstoring van de bodem doordat de palen in de bodem worden geheid of de suction buckets in de bodem worden verzonken. Daarnaast kunnen rond de fundering slijpgeulen vormen onder invloed van getijdenstromingen. Deze indirecte verstoringen kunnen beperkt blijven, doordat stenen worden gestort onder en rond het platform.

Een impressie van het te plaatsen platform is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige IJV Beta platform.

De locatie van het platform op zee is na het recentelijk uitvoeren van surveys vastgesteld. Bij de vaststelling van de locatie van het Beta platform is de verwachte mobiliteit van de zeebodem bepalend geweest. Hierbij is de locatie gekozen waar de minste bodemdaling en bodemstijging over de levensduur van het platform is. Vervolgens is een UXO-DAS survey uitgevoerd voor de identificatie van magnetische anomalieën in een gebied van 400 x 275 m. De locatie van het platform is daarna zo gekozen dat de afstand van elke magnetisch contact minimaal 50 m tot het platform is. Rond de locatie van het Beta-platform komen weinig zandgolven voor. Daarom is het platform binnen de corridor verplaatst en valt de 500 m veiligheidszone van het platform niet binnen de huidige kavels. De centrumcoördinaten van het platform staan vast; de hoekpunten van het platform kunnen nog wijzigen op basis van detaildesign.

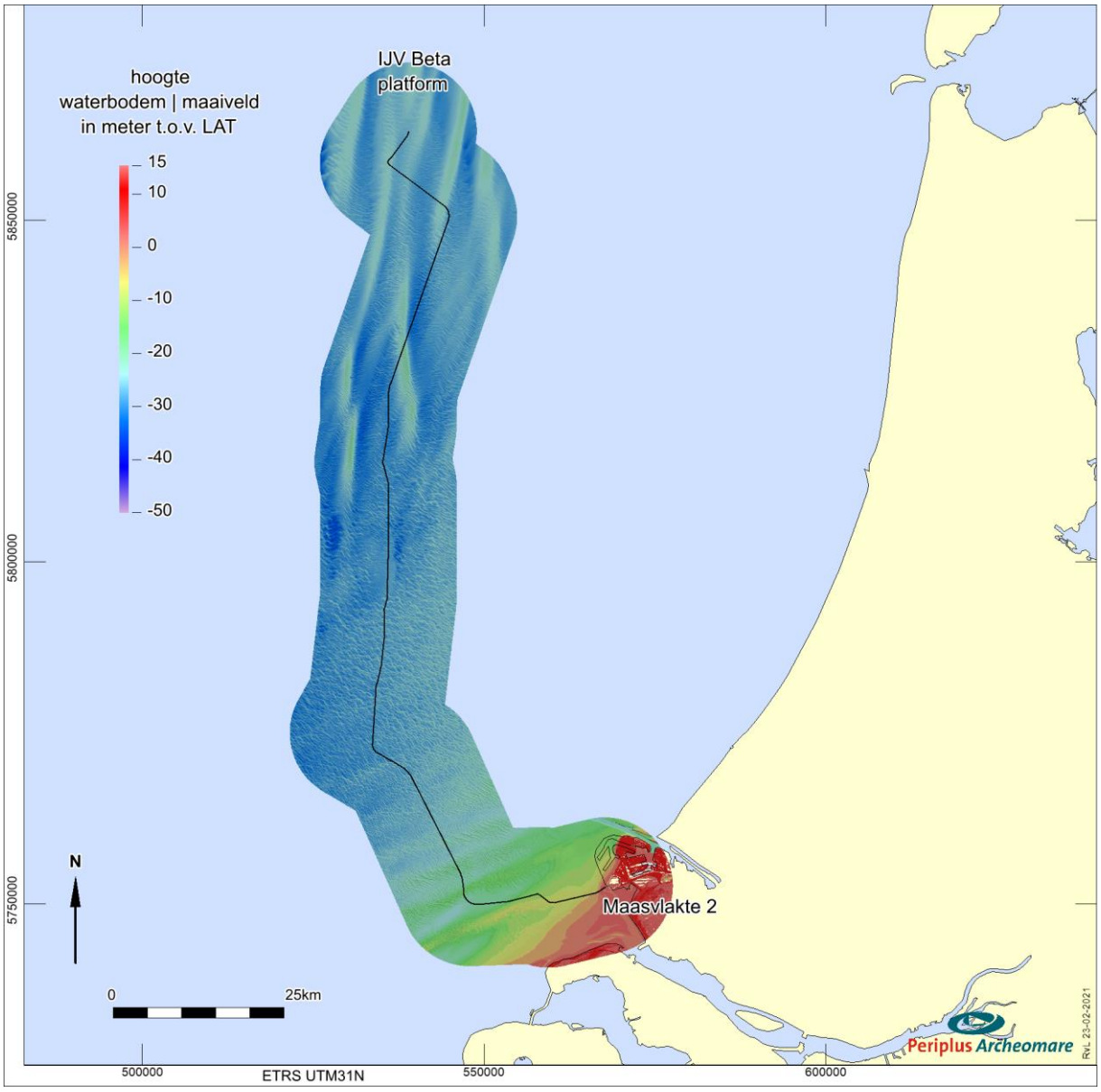
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)

Afbeelding 6 toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke hoogtekaart van de zeebodem en het maaiveld. De gegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoogtegegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland. Het referentievlak van de gegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland is m NAP. De lodingsgegevens van de Dienst der Hydrografie zijn in m LAT. Ter plaatse van de Maasvlakte 2 ligt het LAT-vlak 0,96 m onder NAP. In afbeelding 6 is voor dit verschil gecorrigeerd en zijn alle hoogten weergegeven in m LAT.

De hoogte van de waterbodem in het onderzoeksgebied van het VKA-tracé varieert van -0 tot -35 m LAT.

Tracé	Minimum	Maximum	Gemiddeld
Geoptimaliseerd IJV Beta VKA-tracé	-34.8	-0.2	-26.7

Tabel 5. Hoogte van de waterbodem in m LAT

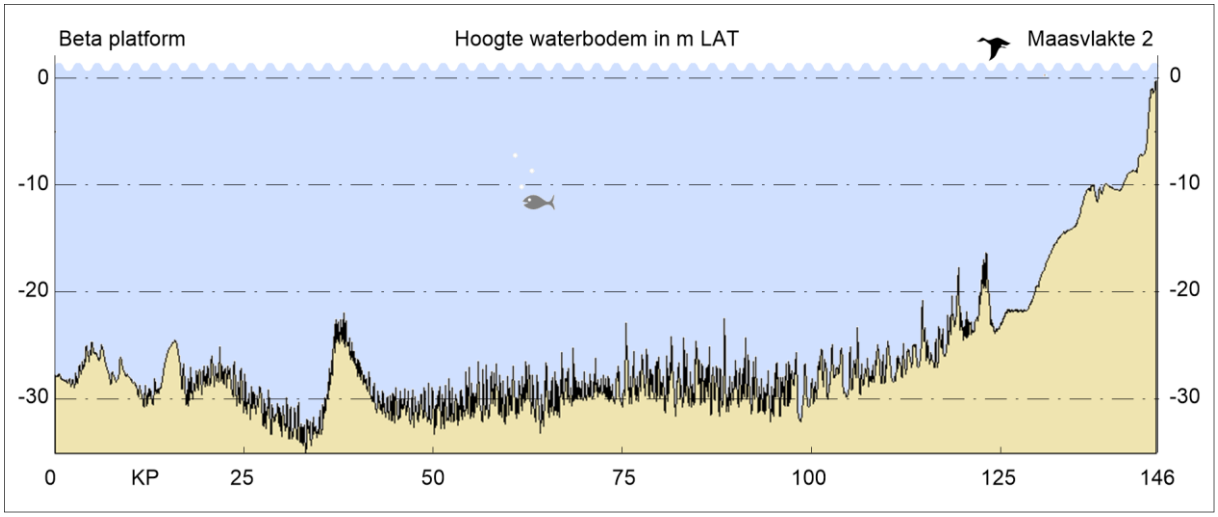


Afbeelding 6. Hoogte van de waterbodem langs het VKA-tracé (bovenaanzicht)

In het profiel van de zeebodem (afbeelding 7) is te zien dat de waterbodem op veel plaatsen langs het tracé rond -30 m LAT ligt. De morfologie van de zeebodem wordt gekenmerkt door westnoordwest – oostzuidoost strekkende zandduinen. De duinen zijn tot 6 meter hoog. De gemiddelde afstand tussen de kruinen en de dalen is 300 meter.

In afbeelding 6 is te zien dat in het noordelijke deel van het kabeltracé grote noord-zuid georiënteerde ruggen voorkomen. De ruggen zijn tot 20 meter hoog en over tientallen kilometers te vervolgen. De afstand tussen de ruggen bedraagt gemiddeld circa 9 kilometer. Rond KP 40 komt een rug duidelijk naar voren in het profiel van de zeebodem (afbeelding 7) De hierboven beschreven zandduinen zijn gesuperponeerd op de ruggen.

In het zuidelijke deel van het kabeltracé komen eveneens ruggen voor. Het gaat hierbij om uitlopers van ruggen die bekend zijn als de Zeeland Ridges. De ruggen zijn in het onderzoeksgebied zuidzuidwest – oostnoordoost georiënteerd; meer naar het zuiden zijn de ruggen zuidwest – noordoost georiënteerd. Hier zijn de ruggen 5 tot 15 m hoog en 9 tot 39 km lang. De afstand tussen de ruggen varieert van 3 tot 7 km. De ontstaanswijze van deze ruggen is niet bekend.[8]



Afbeelding 7. Hoogte van de waterbodem langs het geoptimaliseerde VKA-tracé (profiel)

Het geoptimaliseerde VKA-tracé wordt gekruist door 19 kabels en 3 pijpleidingen. Een overzicht van de kruisende kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen is gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (augustus 2019). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd. Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen.[9] Deze kabels worden tijdens de route survey met één of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.

Nr	Naam	Type	Methode	Van	naar	Status
KB0001	UK - NL 5	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0002	Concerto 1 Segment 1 East	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Zeebrugge (B)	Verlaten

[8] Hommes 2007.
[9] Bron: TenneT.

Nr	Naam	Type	Methode	Van	naar	Status
KB0003	Concerto 1 Segment 1 North	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Sizewell (GB)	In gebruik
KB0015	Rembrandt 1	Telecom	Geploegd	Beverwijk (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0018	Telecomkabel TAT14 Segment I	Telecom	Geploegd	Katwijk (NL)	Saint Valery en Caux (F)	In gebruik
KB0019	UK - NL 6	Telecom	Surface Laid	Katwijk (NL)	Covehite (GB)	Verlaten
KB0020	BRITNED route	Elektra	-	Splitsing bij aansluiting MV2	Engeland	In gebruik
KB0029	PANGEA Segment 2	Telecom	Geploegd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
KB0030	Ulysses 2	Telecom	Geploegd	IJmuiden (NL)	Lowesoft (GB)	In gebruik
KB0033	Hermes 1	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Aldeburgh (GB)	Verlaten
KB0045	Circe 1 North	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Lowesoft (GB)	In gebruik
KB0051	UK - NL 4	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0065	UK - NL 10	Telecom	Gedeeltelijk	Egmond (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0066	Rioja 3	Telecom	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
KB0067	UK - NL 14	Telecom	Geploegd	Egmond (NL)	Winterton (GB)	Verlaten
KB0074	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Telecom	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	In gebruik
KB0078	COAM	Telecom	-	Cork	Katwijk	Toekomstig
KB0113	Scylla HDD	Telecom	-	IJmuiden	Lowestoft	Toekomstig
KB0115	Circe north 2 replacement	Telecom	-	Zandvoort	UK	Toekomstig

Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels

Type	In gebruik	Toekomstig	Verlaten	Totaal
Electrakabel	1	-	-	1
Telecom	7	1	7	15
Totaal	8	1	7	**16**

Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels

Nr	Operator	Stof	Diameter	Van	Naar	Status
PL0173_PR	Dana Petroleum	Gas	8-inch	P11-B-De Ruyter	P12-SW	Actief
PL0125_PR	Wintershall	Gas	10-inch	P2-NE	P6-A	Verlaten*
PL0173_PR	Dana Petroleum	Gas	8-inch	P11-B-De Ruyter	P12-SW	Actief

Tabel 8. Kruisende pijpleidingen

* De status van de 10-inch gas pijpleiding van P2-NE naar P6-A geeft aan dat de pijpleiding is verlaten (*abandoned*). Elders in de database is echter aangegeven dat de status aangeduid is als geannuleerd (*cancelled*). Vermoedelijk is deze pijpleiding nooit aangelegd.

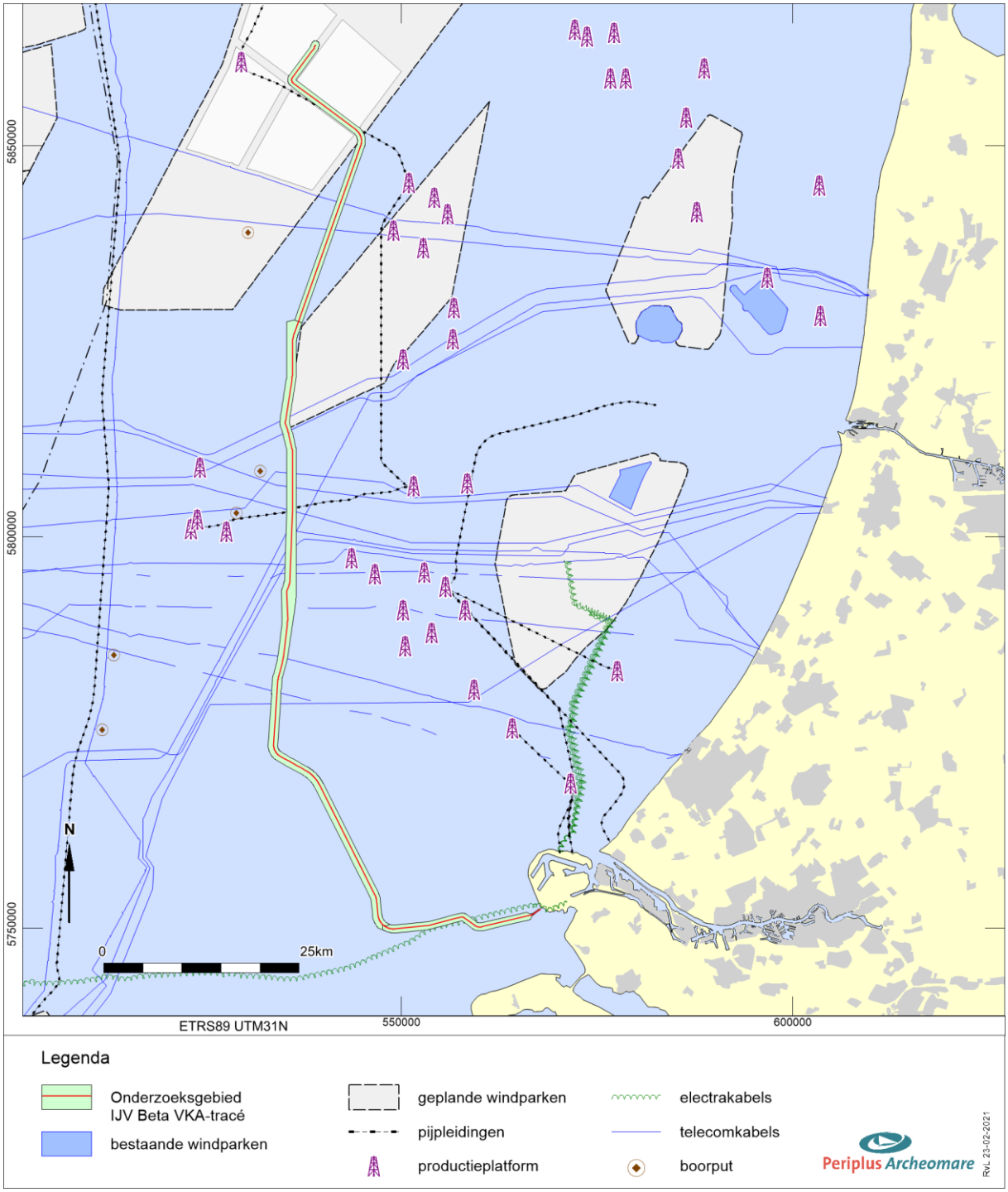
In het onderzoeksgebied zijn geen boorgaten van exploratieboringen bekend (zie afbeelding 8).

Overige infrastructuur

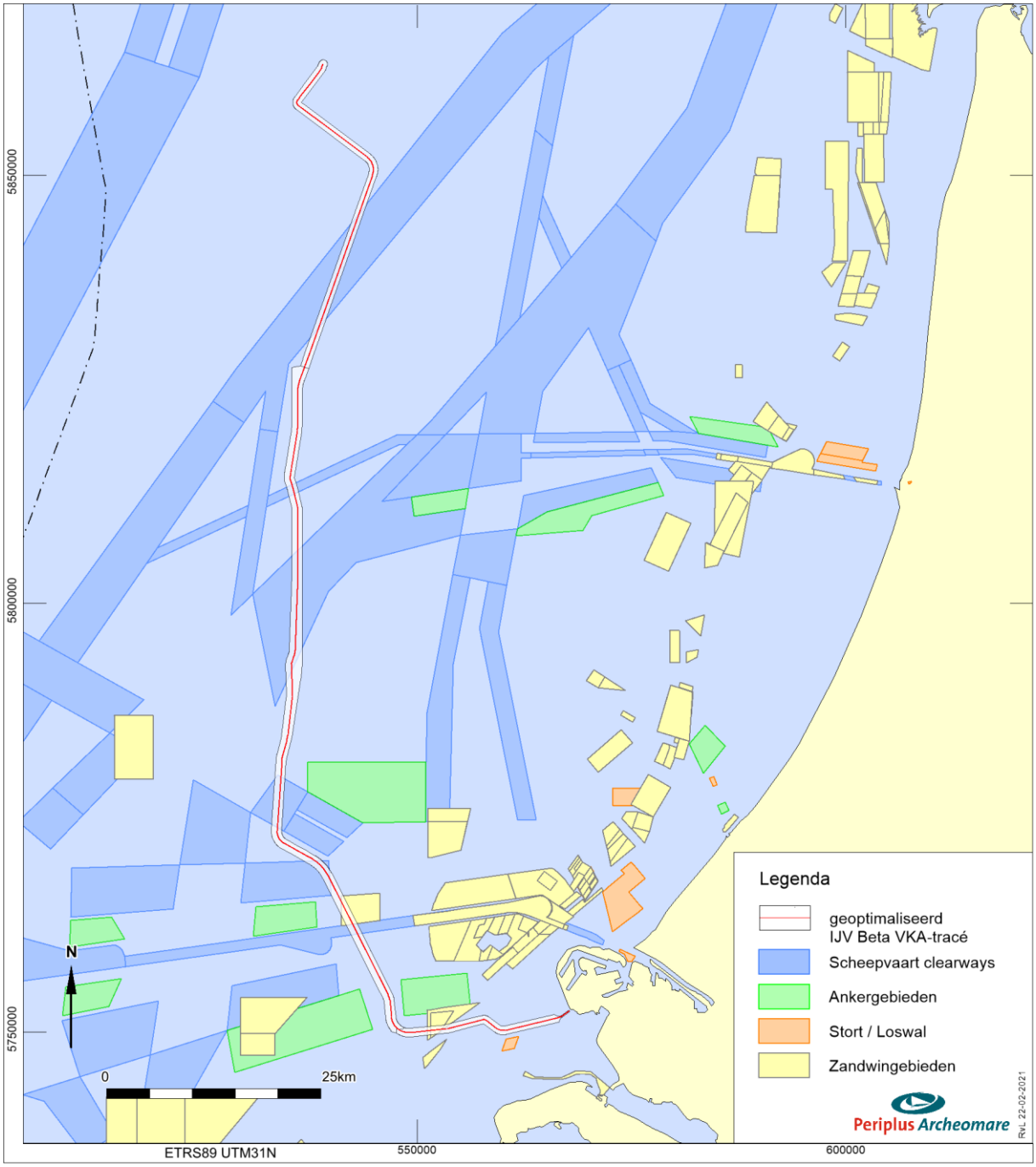
Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied van het geoptimaliseerde VKA-tracé gekruist door andere infrastructuur. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden, stort- en loswallen en zandwingebieden (bron: RWS Zee en Delta juli 2020). Een overzicht is weergegeven in afbeelding 9. Het geoptimaliseerde VKA-tracé kruist drie zandwingebieden: S3A, S3A1 en P17A. Details van dit gebied zijn opgenomen in tabel 9. Volgens Rijkwaterstaatdata van juli 2020 is S3A1 in gebruik.

Naam	Omschrijving	Status	In Gebruik	Uitgeput	Windiepte (m)
S3A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2
S3A1	Zandwinning	Vergund	Ja	Nee	2
17A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2

Tabel 9. Details van zandwingebieden die door het geoptimaliseerde IJV-Beta VKA-tracé worden gekruist



Afbeelding 8. Kruisende kabels en leidingen

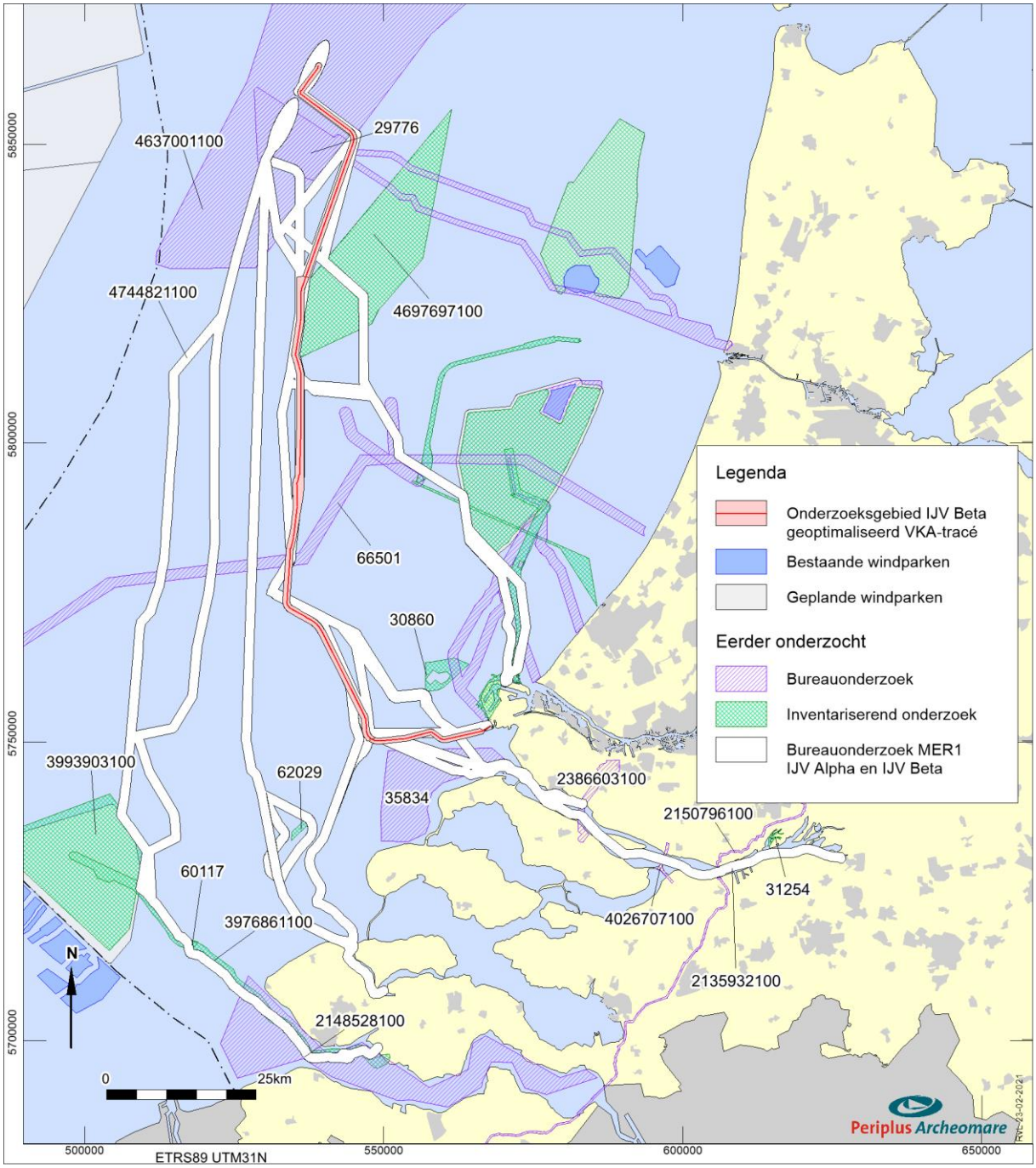


Afbeelding 9. Overige infrastructuur

Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken langs het onderzoeksgebied van het VKA-tracé is weergegeven in afbeelding 10. Een lijst van deze onderzoeken is opgenomen in tabel 10.[10]

[10] Bron: Archis en Periplus Archeomare projecten.



Afbeelding 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Archis nr Zaaknr	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
29776	Windpark Tromp Binnen	BO	2008	Periplus Archeomare
4637001100	Windpark IJmuiden Ver	BO	2019	Periplus Archeomare
4697697100	Hollandse Kust (west)	IVO	2019	Periplus Archeomare
4744821100	MER fase 1 alternatieven Alpha & Beta	BO	2020	Periplus Archeomare
66501	Fibre Optic cable	BO	2015	Periplus Archeomare
62029	Zandwinkavels Schouwen 1 Goeree 1	IVO	2014	Periplus Archeomare
35834	Zoekgebieden MZI Voordelta	BO	2009	Periplus Archeomare

Archis nr Zaaknr	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
60117	Zeeuws Vlaanderen 4 Diep	IVO	2014	Periplus Archeomare

Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 67.

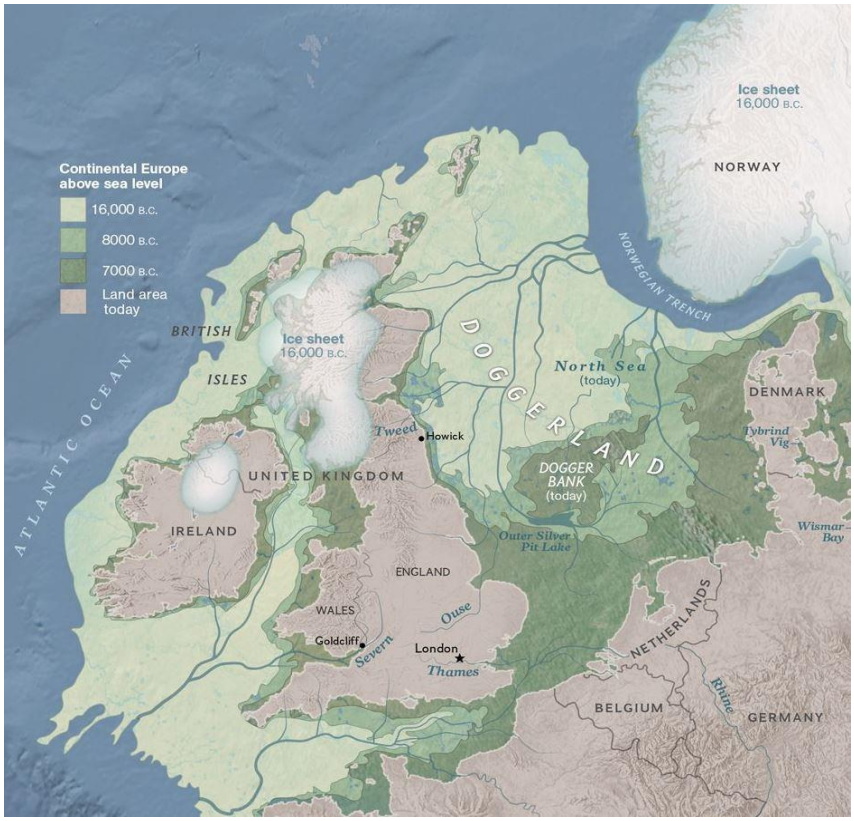
2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken.[11]

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevist. Op 8 november 2019 maakt visser/verzamelaar Kommer Tanis melding van de vondst van een menselijke schedel die is opgevist in 'Northsea/Doggerland' (zie afbeelding 12). De precieze vindplaats is niet bekend. Ook op de Bruine Bank (Eng: Brown Bank) ten westen van de routevarianten zijn artefacten van been en gewei opgevist.[12] Binnen de begrenzing van het plangebied is de vondst van een geperforeerd stuk gewei van een Edelhert bekend (zie afbeelding 13). Ook hier is de vindplaats enigszins onzeker. In het Noordzeegebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.

[11] Gaffney e.a. 2005.
[12] Louwe Kooijmans 1970.



Afbeelding 11. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine)



Afbeelding 12. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis)



Afbeelding 13. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkreutz 2018)

De zeespiegelstijging viel samen met het verdrinken van oude landschappen. Een aantal van deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie-industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.[13] Seismisch onderzoek met (een) *subbottom profiler(s)* zal deel uitmaken van de geofysische onderzoeken die in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee IJmuiden Ver Beta zullen worden uitgevoerd. De uitkomsten van dit seismische onderzoek kunnen worden gebruikt om een beter inzicht te krijgen in het prehistorisch landschap.

Een goed voorbeeld van de mogelijkheden die er zijn voor geo-archeologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het landschap en vegetatie in het Laat *Pleistoceen* en Vroeg *Holoceen*, en de wijze waarop mens en dier omgingen met de veranderende omstandigheden, is het onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de verdieping van de Yangtze Haven in de Maasvlakte II. Hier is uitgebreid multidisciplinair onderzoek gedaan naar de bewoningsresten die zijn aangetroffen op een klein rivierduin op meer dan 20 meter onder het huidige zeeniveau.[14]

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen naast de vondsten die door vissers zijn gedaan voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum en Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters.[15]

[13] Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.
[14] Moree 2015.
[15] Verhart 2005 159.

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

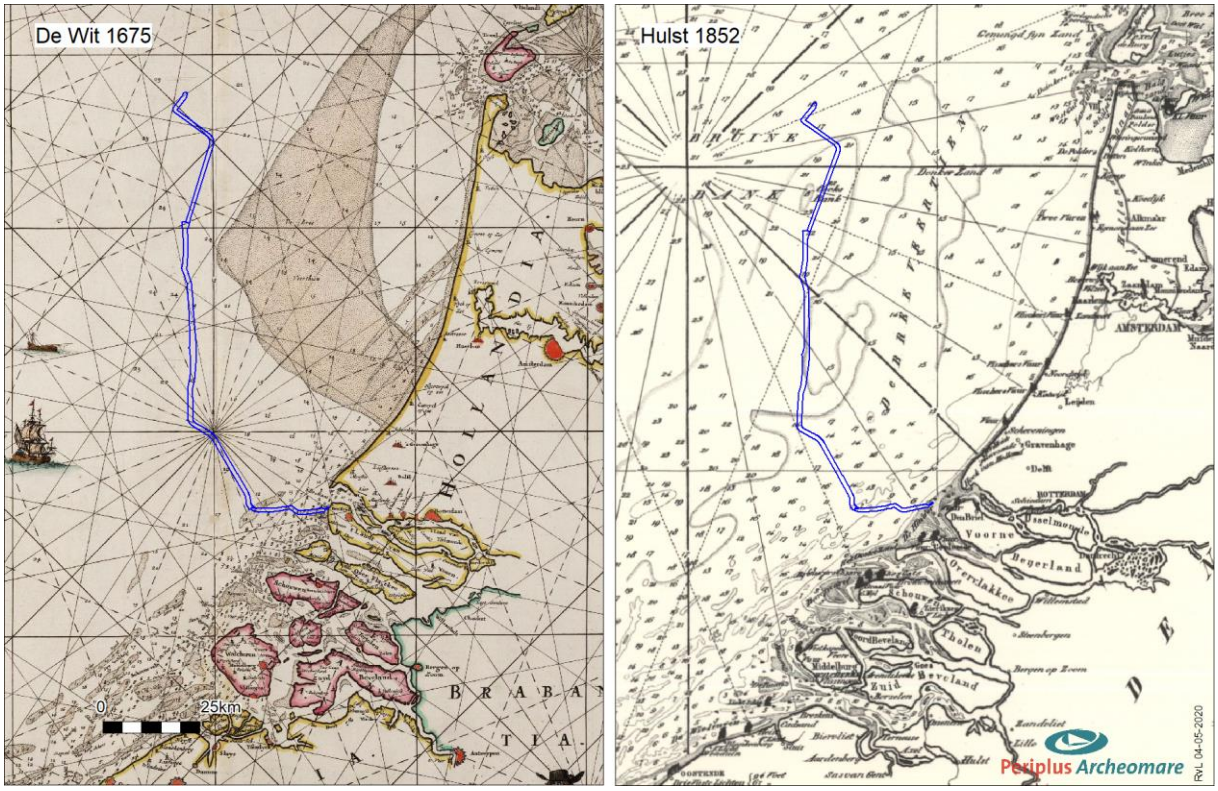
De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland.[16] Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.[17] Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.[18] Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone. Naast nederzettingen en militaire infrastructuur kunnen Romeinse cultusplaatsen voorkomen. In Zeeland zijn twee tempelcomplexen gewijd aan de godin Nehallennia bekend. De eerste tempel is een complex dat al in de 17e eeuw is aangetroffen op het strand van Domburg. De verwachting is dat de vindplaats nu grotendeels in zee ligt. Het tweede tempelcomplex is in de jaren 70 van de vorige eeuw aangetroffen ten noordwesten bij het huidige Colijnsplaat. De resten liggen in een geul op een oude kleilaag in de Oosterschelde op meer dan 30 m diepte. De overblijfselen bestaan onder meer uit grote natuurstenen altaarstukken en keramische bouwmaterialen, zoals daktegels.

Scheepvaart

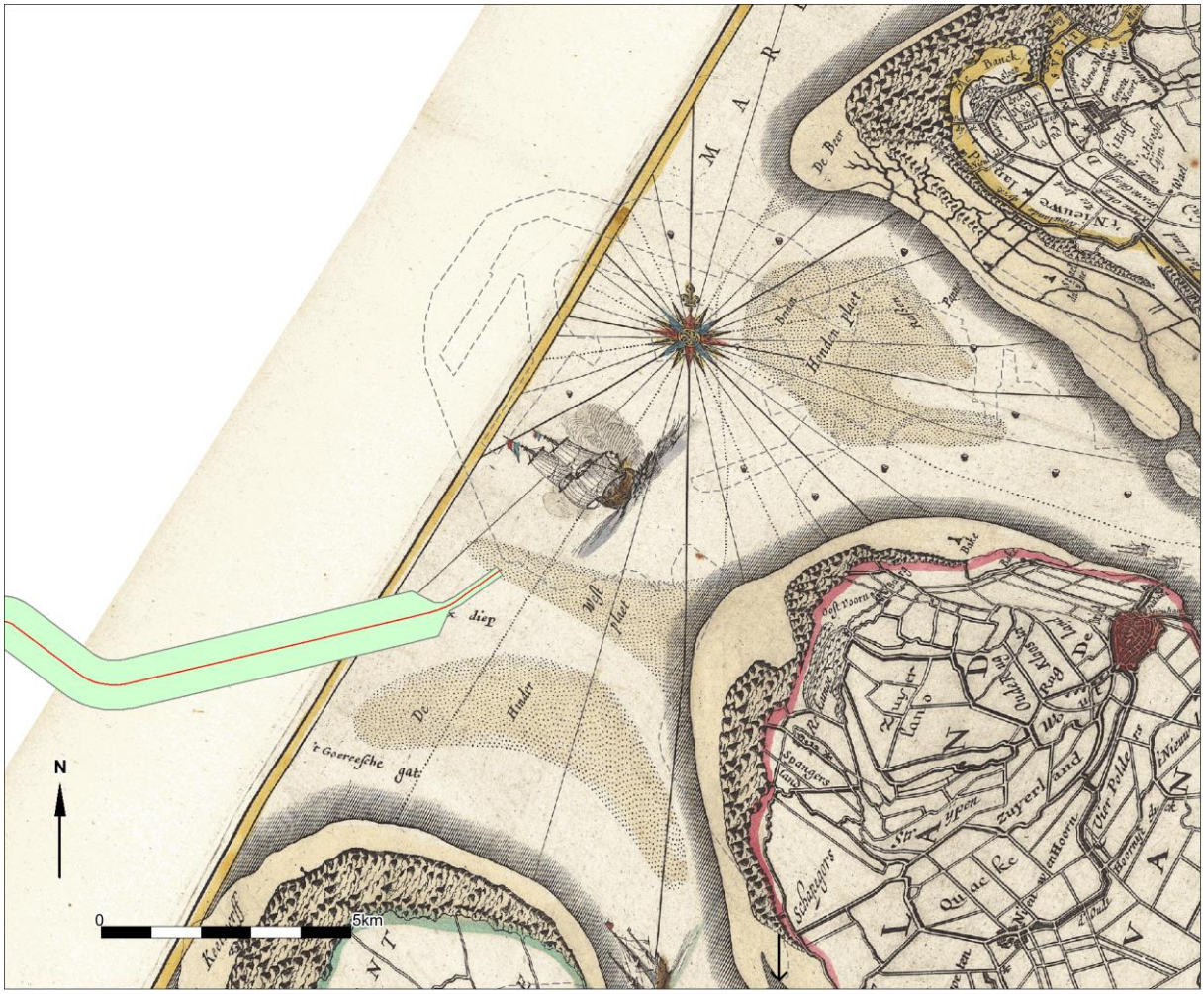
De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd uit andere regio's. Een van die regio's lag in het zuidwesten van Engeland.[19] Aan de andere kant van de Noordzee zijn op de Britse eilanden sporadisch Alpiene jade bijlkoppen gevonden.

Na de eerste contacten in het Neolithicum is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.[20] Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. De aanlanding bij de huidige Maasvlakte was in de vroeg moderne periode een aanloop voor de haven van Rotterdam waar beruchte zandbanken lagen waarop verschillende schepen kunnen zijn vergaan.[21] De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.

[16] Hessing 1995, 98.
[17] Dijkstra en Ketelaar 1965.
[18] Waasdorp 1999.
[19] Van de Noort 2011.
[20] Kramer 2003; Cunliffe 2001, 484-488.
[21] Pers. comm. J. Opdebeeck, 2021.



Afbeelding 14. Projectie van het geoptimaliseerde VKA-tracé op kaarten van De Wit (1675) en Hulst (1852).



Afbeelding 15. Projectie van de aanlanding van het geoptimaliseerde VKA-tracé bij de Maasvlakte II op een kaart van Blaeu (1631).

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de Tweede Wereldoorlog meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[22] De verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.[23]

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

[22] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[23] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

Bekende verstoringen in het plangebied

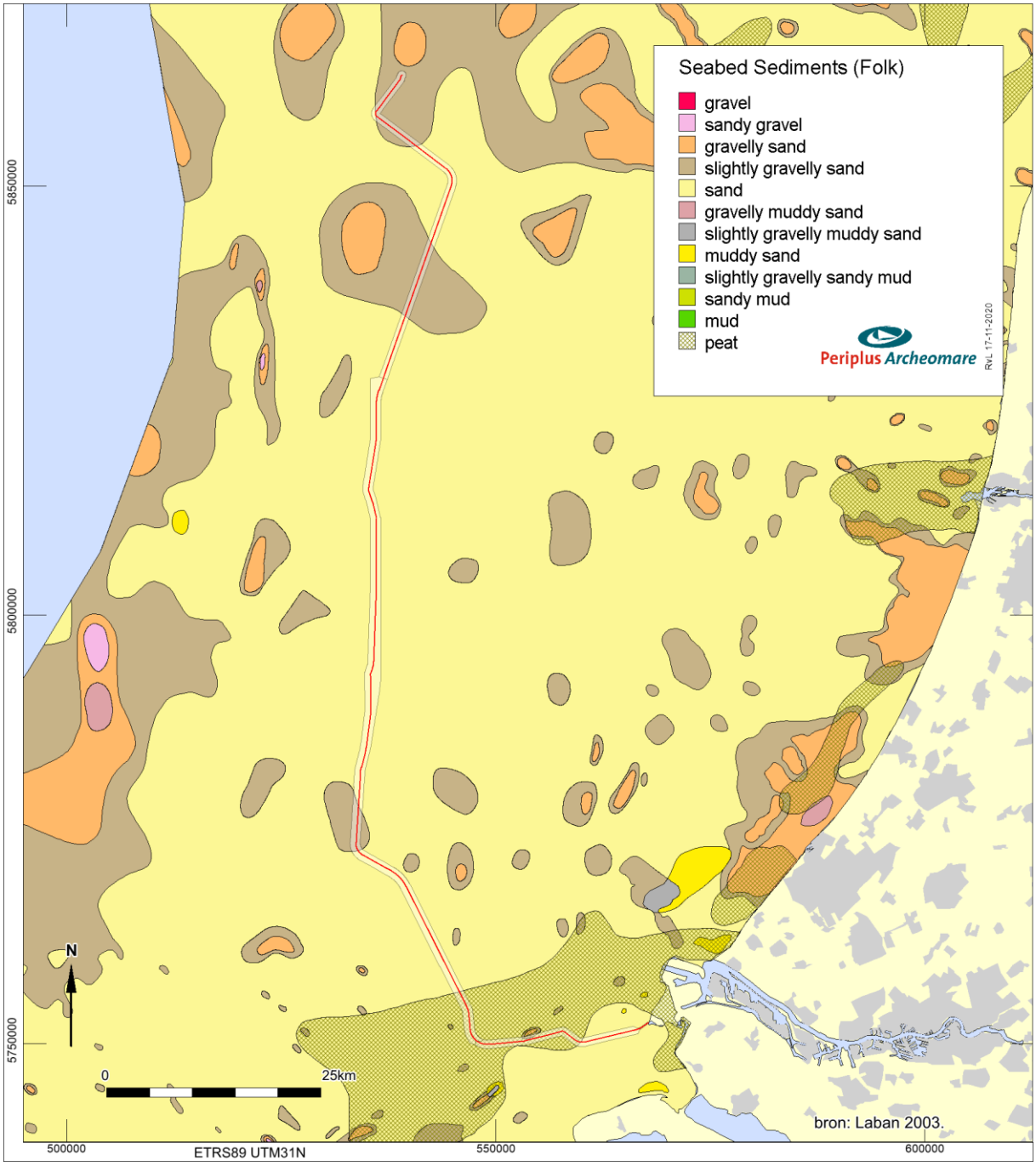
Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken. Ter plaatse van de eerder besproken zandwingebieden (P17A, S3A en S3A1), die door het kabeltrace worden gekruist heeft zandwinning tot 2 meter diepte plaatsgevonden (zie afbeelding 9).

2.4. Geologische gegevens (LS04)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicaties voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het onderzoeksgebied te beantwoorden.

De zeebodem bestaat binnen het onderzoeksgebied uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie afbeelding 16). De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. Het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé doorkruist gebieden met vroeg-*holocene* afzettingen van veen en klei, die ontsloten aan de zeebodem of dicht onder de zeebodem voorkomen.

De opeenvolging van *holocene* afzettingen bestaan uit het *Bligh Bank Laagpakket*, de *Formatie van Naaldwijk*, de *Formatie van Echteld* en de *Formatie van Nieuwkoop.* Offshore is op veel plaatsen in het onderzoeksgebied enkel het *Bligh Bank Laagpakket* aanwezig. De dikte van de *holocene* laag varieert binnen de corridors van het geoptimaliseerde VKA-tracé van 0 tot 20 meter.



Afbeelding 16. Oppervlaktesedimenten

Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* plaatselijk over in strandafzettingen van het *Laagpakket van Zandvoort*. Voor de bepaling van de dikte van de *holocene* laag zijn de grid data van het TNO top *pleistoceen* model en het DTM-model van de hoogteligging van de Noordzeebodem van de Dienst Hydrografie gebruikt.[24] Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-dieptes is het niet uitgesloten, dat de kabelbundel plaatselijk zal worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* afzettingen bevinden (zie afbeelding 17).

[24] Ebbing 1992.



Afbeelding 17. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)

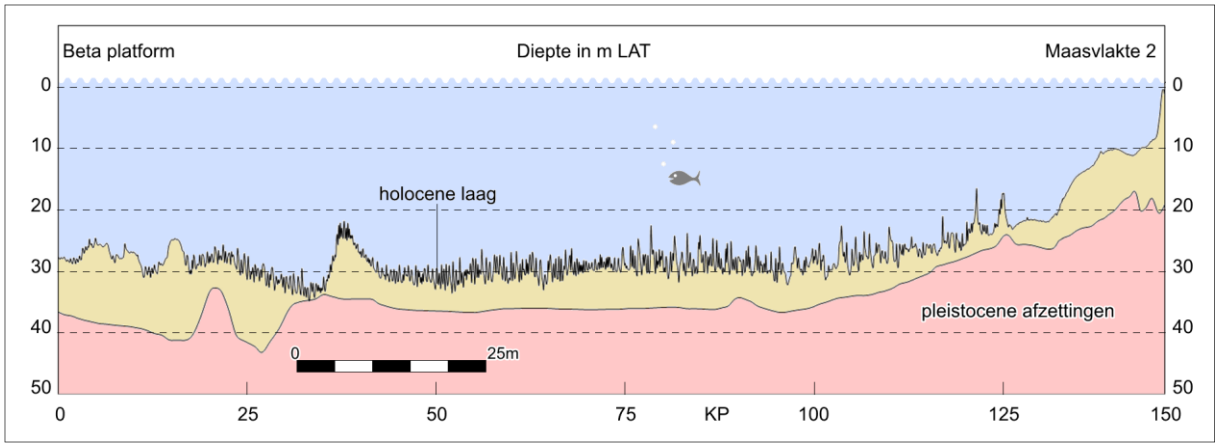
De variaties van dikte van de *holocene* laag zijn weergegeven in tabel 11. In de meest noordelijke offshore sectie, van het Beta platform tot het punt waar het tracé parallel aan het VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha gaat lopen varieert de dikte van de *holocene* laag van 0 tot 12 meter. De verschillen in dikte zijn voor een deel gerelateerd aan de morfologie van de zeebodem. Ter plaatse van de toppen van de zandruggen ligt de top van de *pleistocene* afzettingen meters dieper dan ter plaatse van de dalen

tussen de ruggen. De diepteligging van de *pleistocene* afzettingen varieert ook sterk (tot circa 6 m) tussen de toppen en dalen van zandruggen.

Toch is ook de top van het *pleistoceen* een verre van vlak niveau, doordat het landschap aan het eind van het *Pleistoceen* werd gevormd door gestuwde afzettingen, duinen, dekzandzandruggen, meren en rivierdalen. De oorspronkelijke morfologie van het *pleistocene* landschap kan door erosie tijdens het *holoceen* zijn veranderd. Hierbij kan erosie het oorspronkelijke reliëfrijke landschap hebben genivelleerd en kunnen geulen zijn ingesneden in de *pleistocene* ondergrond. Een duidelijke verhoging geflankeerd door twee depressies is bijvoorbeeld zichtbaar bij KP 20 ten zuiden van het Beta-platform. De top van het *pleistocene* afzettingen kent relatief weinig hoogteverschillen tussen KP 40 en KP 110. De afzettingen liggen hier rond -36 m LAT. Vanaf KP 110 loopt de top van het *pleistoceen* geleidelijk op tot rond de -19 m LAT ter plaatse van het aanlandingspunt bij de Maasvlakte 2.

Sectie noord naar zuid	**Lengte kabeltracé**	**Dikte *holocene* laag (m)**	
		Minimum	**Maximum**
Offshore Beta	41970 m	0.0	16.6
Offshore parallel Alpha	82600 m	1.1	13.1
Offshore Maasvlakte II	20996 m	2.9	18.2

Tabel 11. Variaties in dikte van de holocene laag langs het VKA-tracé



Afbeelding 18. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen

Uit de subcropkaart (afbeelding 19) blijkt dat de sedimenten die onder de *holocene* afzettingen schuil gaan, bestaan uit uiteenlopende *pleistocene* afzettingen. De belangrijkste *pleistocene* eenheden die op uitgebreide schaal offshore voorkomen zijn mariene afzettingen van de *Egmond Ground Formatie*, de mariene afzettingen van de *Eem Formatie* met aan de top brakwaterkleien van *Brown Bank Laagpakket* en fluviatiele afzettingen van de *Formatie van Kreftenheye*. Ten zuiden van de platformlocatie Beta komt een smalle strook van de Formatie van Boxtel voor binnen de corridor van het kabeltracé.



Afbeelding 19. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004).

Egmond Ground Formatie

De *Egmond Ground Formatie* bestaat uit fijnkorrelige mariene zanden met sporen van schelpen of schelpfragmenten. De formatie kan plaatselijk tussengeschakelde kleilagen bevatten. De mariene zanden zijn tijdens het Holsteinien interglaciaal, 424.000 tot 374.000 jaar geleden, afgezet. De *Egmond Ground*

Formatie wordt afgedekt door mariene zanden van de *Eem Formatie*, brakwaterkleien van het *Brown Bank Laagpakket* of het *Bligh Bank Laagpakket*.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit (groen)grijze mariene zanden met schelpen en plaatselijk kleilagen. De sedimenten zijn tijdens het *Eemien* interglaciaal in de Eem zee afgezet.[25] Op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* koelde het klimaat af. De zeespiegel daalde doordat water werd vastgelegd in het ijs van de zich uitbreidende poolkappen. Dit had tot gevolg dat de Eem Zee zich terugtrok. Tijdens de regressie van de Eem Zee werden brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achter bleven in de glaciale bekkens. Deze meer- en lagunaire afzettingen worden apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn.[26] Tijdens het *Weichselien* traden in de zomermaanden pieken op in de afvoer van smeltwater vanuit het achterland. De rivier voerde in deze perioden grote hoeveelheden zand en grind naar het Noordzeegebied. De Rijn stroomde door een droog periglaciaal landschap en had een vlechtend karakter. De afzettingen zijn daardoor slecht gesorteerd. De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de *Eem Formatie* voorkomen. Het onderscheid met de *Formatie van Boxtel* die plaatselijk boven de *Formatie van Kreftenheye* voorkomt kan ook lastig zijn, vooral als het om fluviatiele afzettingen binnen de *Formatie van Boxtel* gaat.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* (klei, leem, veen en fijn zand). De afzettingen dateren uit het *Weichselien* en het Vroeg *Holoceen*.[27] Aan het eind van het *Weichselien* stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Het zuidelijke Noordzeegebied lag droog. Tijdens periodiek extreem droge en koude omstandigheden was er maar weinig vegetatie. De polaire winden hadden vrij spel en over grote delen van het Noordzeegebied en Nederland werd fijn zand (dekzand) afgezet. De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-*holocene* klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

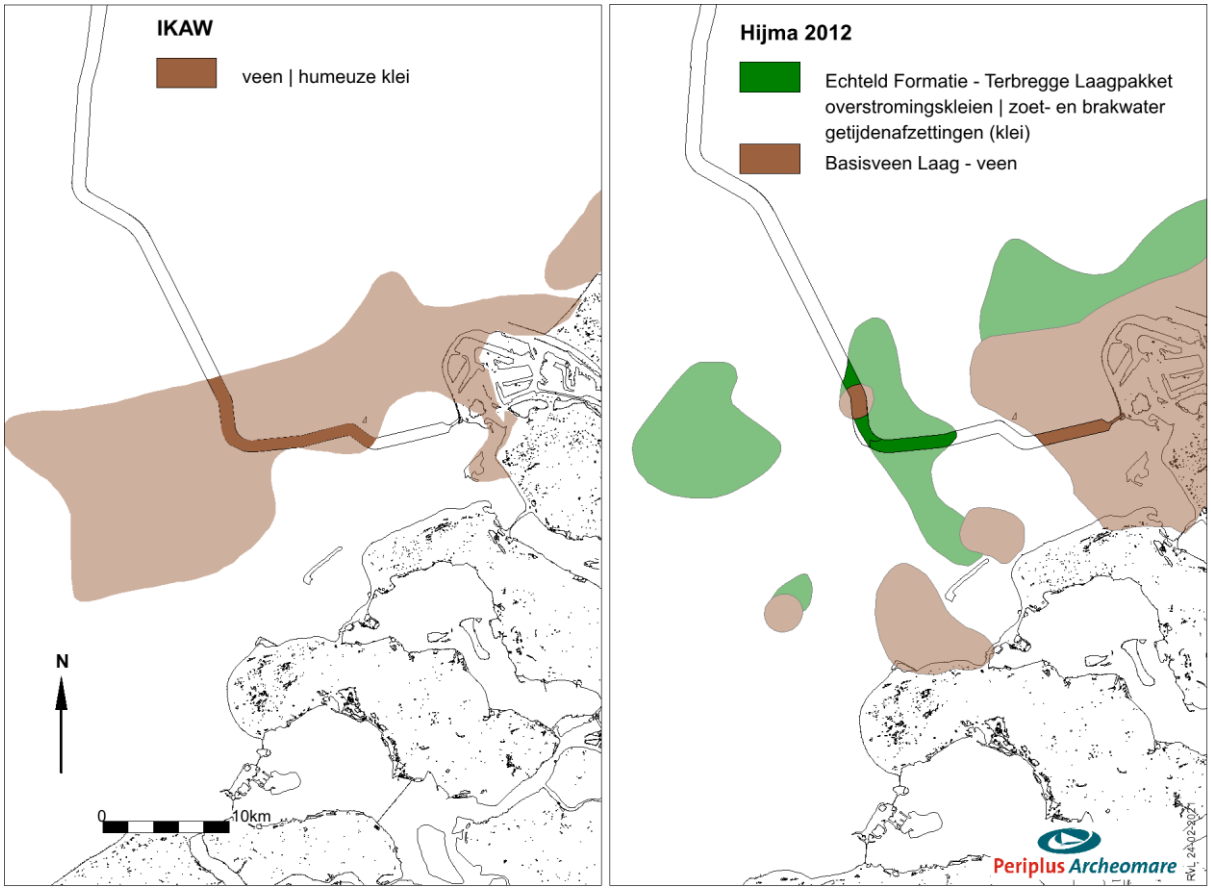
Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het westzuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 20). Het gaat hier om vroeg-*holocene* kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*.

De *Basisveen Laag* werd afgezet op de overgang van het *Weichselien* naar het *Holoceen*, toen het klimaat opwarmde, de hoeveelheid neerslag toenam, de zeespiegel steeg en het vegetatie-arme *pleistocene* landschap begroeid raakte.

[25] Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.
[26] Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.
[27] Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.

In afbeelding 20 zijn de bekende voorkomens van veen en klei weergegeven. Het linker deel van de afbeelding toont de voorkomens van veen en humeuze klei volgens de IKAW. De rechter afbeelding is gebaseerd op een publicatie van Hijma.[28] Hijma heeft de voorkomens van veen (Formatie van Niuwkoop|Basisveen Laag) en zoet- en brakwatergeijdenafzettingen (*Echteld Formatie|Terbregge Laagpakket*). De voorkomens van veen en klei op de IKAW komen niet geheel overeen met die van de publicatie van Hijma. Wel is duidelijk dat deze vroeg-*holocene* venen en kleien binnen het kabeltracé verwacht kunnen worden. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* en gelaagde kleien van het *Terbregge Laagpakket* voorkomen.



Afbeelding 20. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket).

Naaldwijk Formatie

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door *holocene* getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer* (*Formatie van Naaldwijk*).

De vroegste klastische afzettingen zijn die van de *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden Hydrobia schelpen en juveniele brakwaterkokkels. Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de *Laag van Velsen* goed bewaard zijn gebleven. De zoet- en brakwatergetijdenafzettingen die tegenwoordig als *Terbregge Laagpakket | Formatie van Echteld* worden geclassificeerd, zijn in het verleden ten onrechte als *Laag van Velsen*

[28] Hijma 2012.

aangemerkt. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort* (*Formatie van Naaldwijk*, *Laagpakket van Walcheren*).

Bligh Bank Laagpakket

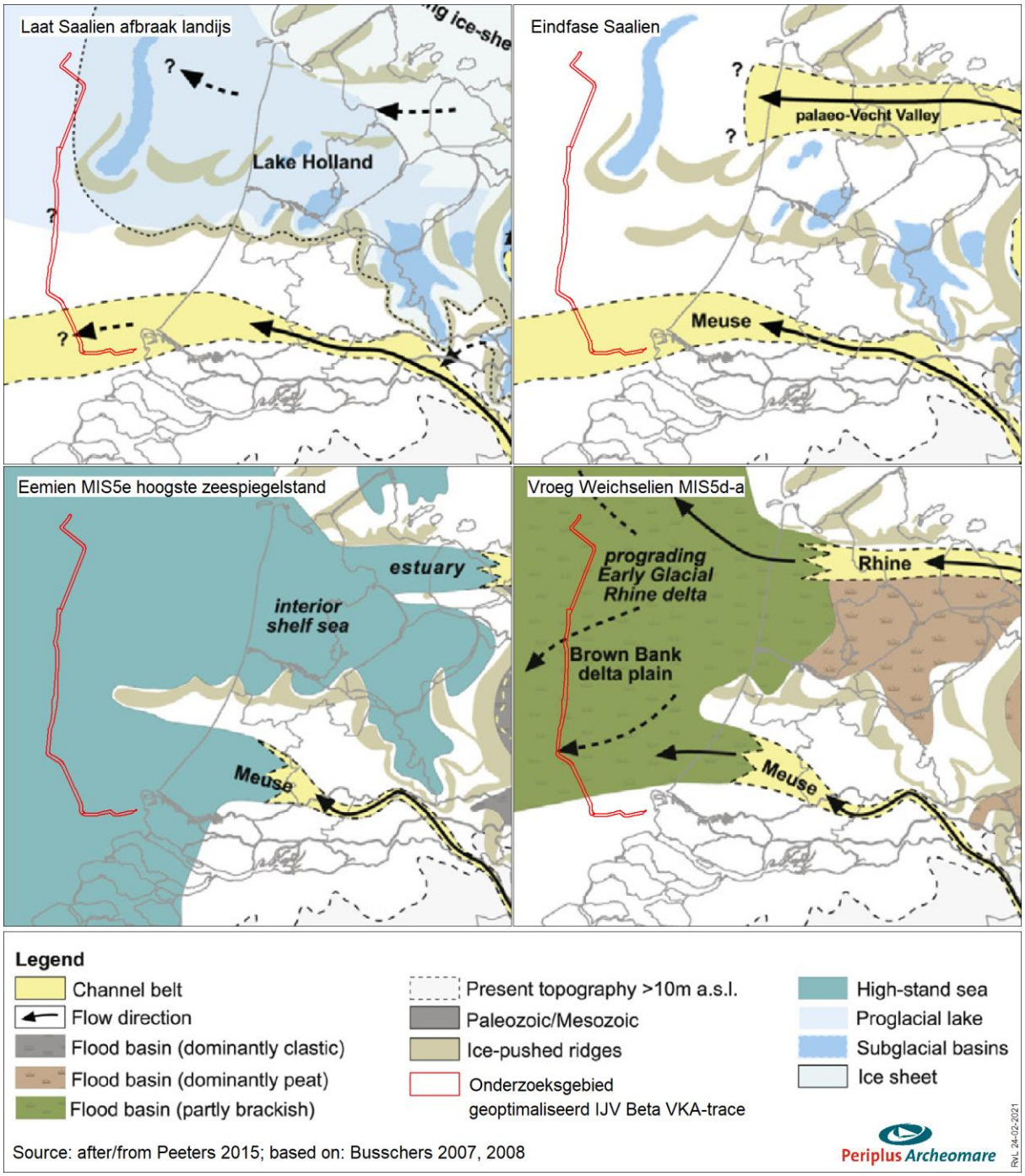
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die ten oosten van het VKA-tracé in de ondergrond voorkomen (zie afbeelding 21; linksboven). Het voorkomen en genese van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* komt duidelijk naar voren in de onderste twee plaatjes van afbeelding 21.

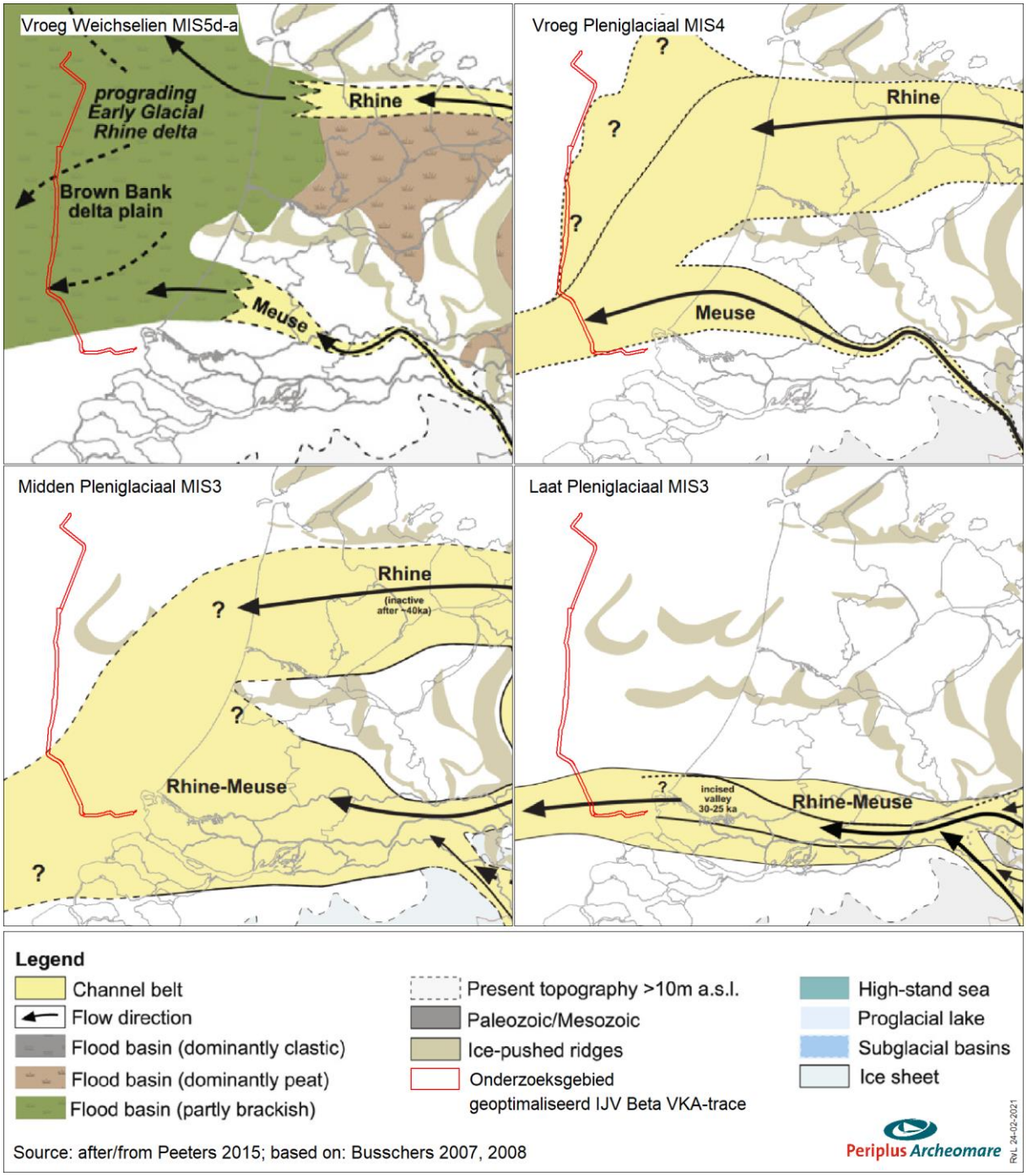
Afbeelding 22 laat duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem zien tijdens het *Weichselien* en verklaart het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de *pleistocene* opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Het lijkt erop dat de vondsten van een Neanderthaler-artefact en een schedelfragment van een Neanderthaler afkomstig zijn uit de context van deze rivierafzettingen. Voor zover de afzetting van deze rivierzanden en -grinden niet tot sterke erosie heeft geleid kunnen onder de *Formatie van Kreftenheye*, afzettingen van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* verwacht worden.

Formatie	**Laagpakket Laag**	**Lithologie**	**Ouderdom**	**Genese**	**Opmerking**
Southern Bight	Bligh Bank	zand	*Holoceen*	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Zandvoort	zand	*Holoceen*	marien	Strand
	Walcheren	klei en zand	*Holoceen*	marien	getijdenafzettingen
	Wormer	klei en zand	*Holoceen*	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	*Holoceen*	lagunair	kustzone
Echteld	Terbregge	klei	*Holoceen*	fluviatiel	zoet- en brakwater getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg *Holoceen*	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg *Holoceen*	eolisch	rivierduinen
	Wierden	fijn zand		eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	fluviatiel	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	Brown Bank	klei met zandlaagjes	Eem - Vroeg Weichselien	lagunair - lacustrien	lagunes en brak- tot zoetwatermeren
	-	zand en klei	Eemien	open marien	schelpenhoudend
Egmond Ground	-	fijn zand	Holsteinien	open marien	schelpenhoudend

Tabel 12. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied



Afbeelding 21. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien.



Afbeelding 22. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien.

2.5. Archeologische waarden (LS04)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en *TNO-NITG* op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 24).[29]

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. De kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast is de kaart verouderd, omdat het de staat van kennis van 25 jaar geleden weerspiegelt.

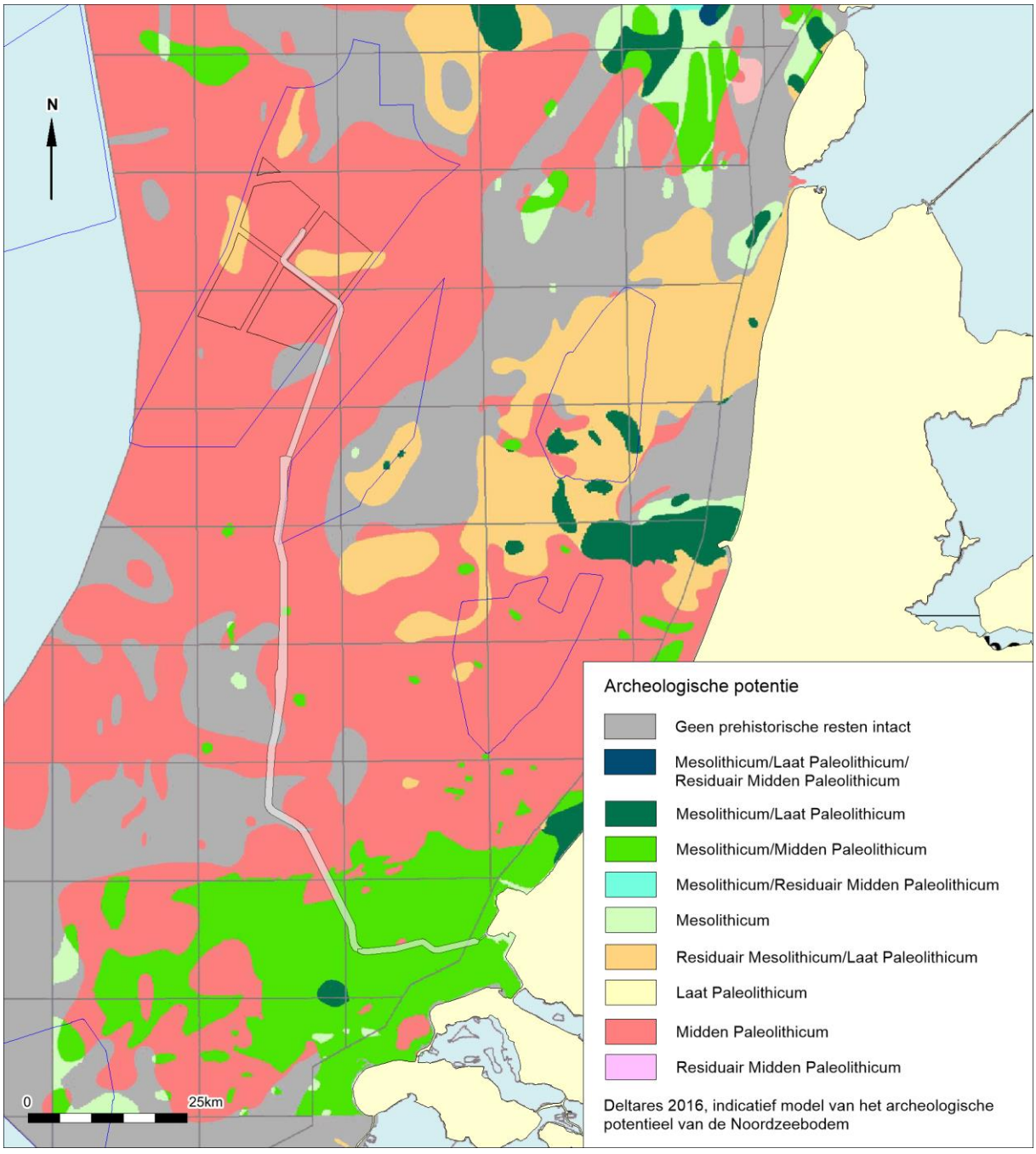
De mate van conservering van wrakresten hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.[30] De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee (zie afbeelding 23).[31] Deze archeologische potentiekaart is grotendeels gebaseerd op de Top *Pleistocene* map,[32] waarbij aan de door *holocene* afzettingen afgedekte *pleistocene* eenheden een archeologische potentie is toegekend. Op plaatsen waar deze eenheden zijn afgedekt door vroeg-*holocene* klei en/of veen is de kans aanwezig, dat deze lagen klei en/of veen onderliggende *pleistocene* eenheden en eventueel daarin besloten archeologische niveaus hebben beschermd tegen erosie.[33] Zo is in gebieden waar door Laban de Boxtel Formatie is gekarteerd, de archeologische potentie ‘Residuair Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’ gekarteerd. Met andere woorden: resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* kunnen in deze gebieden voorkomen, maar deze resten kunnen door erosie zijn aangetast (vandaar: ‘Residuair’). Op plaatsen waar de *Formatie van Boxtel* (naar verwachting) is afgedekt door veen en/of klei, is aan deze eenheid de archeologische potentie ‘Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’, zonder de toevoeging ‘Residuair’, toegekend. Het is belangrijk om te bedenken, dat het voorkomen en de grenzen van de in kaart gebrachte lithostratigrafische eenheden

[29] IKAW 3e generatie, RCE 2008.
[30] Zie het project ‘North Sea paleolandcapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).
[31] Vonhögen . 2016.
[32] Laban 2004.
[33] Bronbestand veen en klei: IKAW.

gebaseerd zijn op een beperkte hoeveelheid geologische gegevens. Het voorkomen en de grenzen van lithostratigrafische eenheden moeten daarom niet als definitief worden beschouwd, maar een indicatie van wat te verwachten is in het gebied, daarmee een kader vormend voor verder onderzoek. Ook morfologische fenomenen zoals door landijs gevormde stuwwallen zijn bij het vaststellen van de archeologische potentie in deze kaart niet meegewogen.



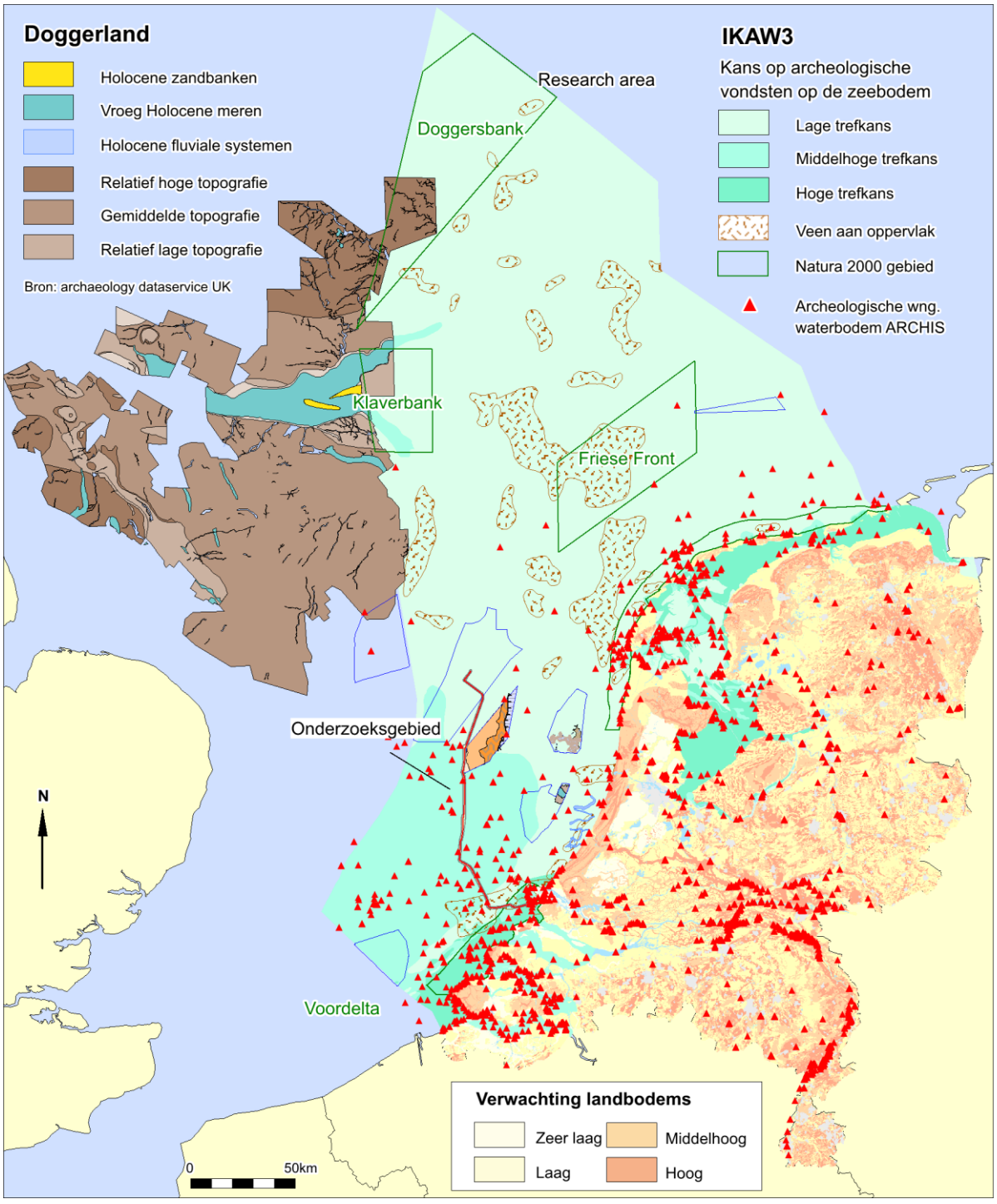
Afbeelding 23. Archeologische potentie voor prehistorische resten.

Volgens dit model zijn in het noordelijke deel van het VKA-tracé voornamelijk resten uit het Midden *Paleolithicum* te verwachten. In het zuidelijk deel zijn ook *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum* en *Mesolithicum* te verwachten.

Omgeving onderzoeksgebied

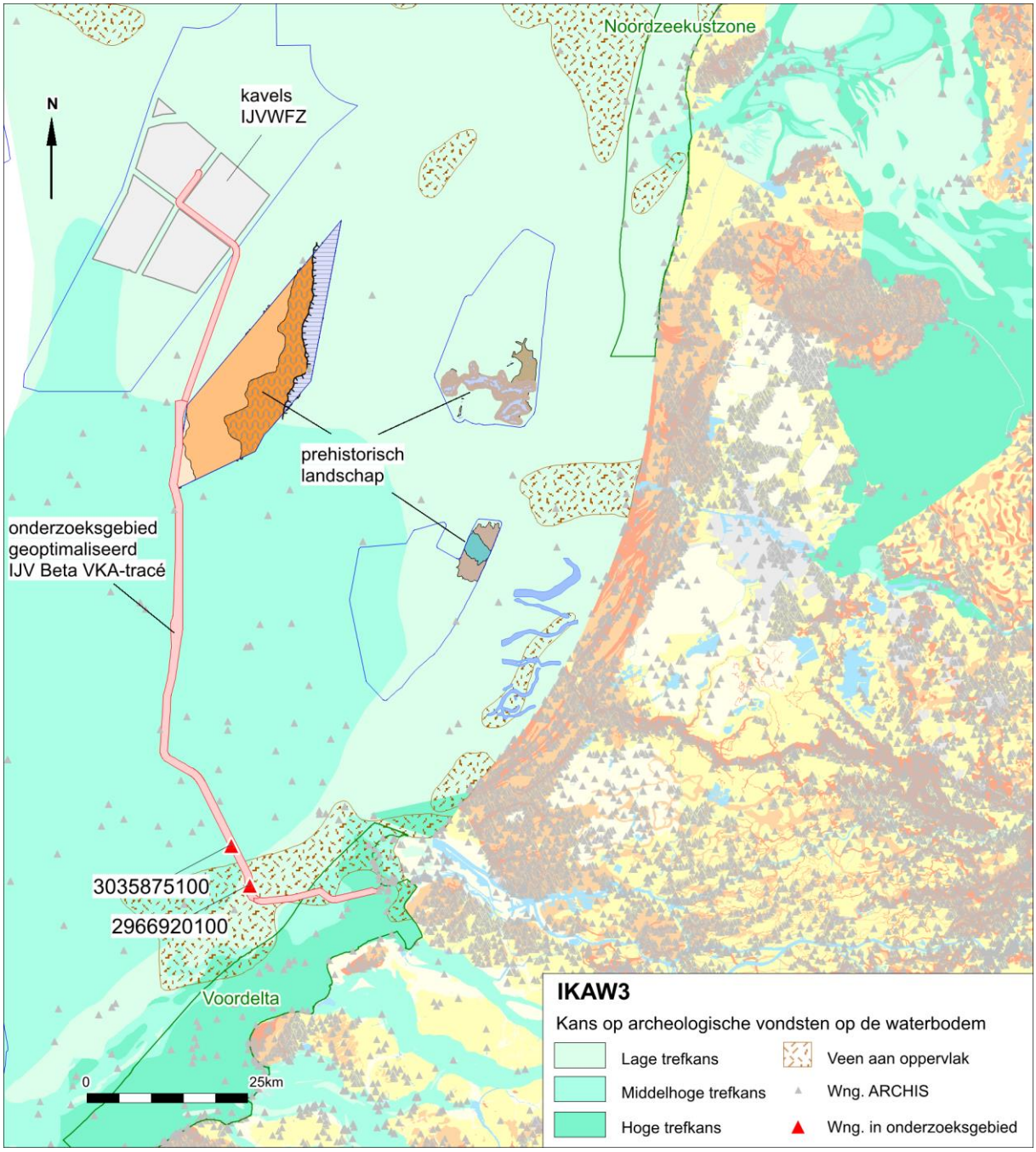
ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 24. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

Tijdens onderzoeken in de geplande windparken Hollandse Kust (zuid), (noord) en (west) zijn geconserveerde prehistorische landschappen in kaart gebracht. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen, dat in het Noordzeegebied intacte prehistorische landschappen voorkomen die tijdens bodemingrepen, zoals het leggen van kabels, kunnen worden verstoord.



Afbeelding 25. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.

Binnen het onderhavig onderzoeksgebied zijn twee archeologische vindplaatsen bekend. De vindplaatsen betreffen de wraklocaties van twee scheepswrakken. De vondsten zijn beschreven in tabel 13; de locaties van de vondsten zijn weergegeven in afbeelding 25.

ARCHIS	Locatie			Materiaal	Periode		NCN
zaakid.	RDx	Rdy	Toponiem		Van	Tot	nr.
2966920100	37763	438417	Noordzee Ncp Blok S3	schip	NTL	NTL	364
3035583100	28296	411980	Schouwen Banjaard 2	schip	NTM	NTL	9317

Tabel 13. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het geoptimaliseerde VKA

Vondsten van resten uit de prehistorie en (proto)historie zijn binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied niet bekend. Zoals beschreven in paragraaf 2.3 zijn in het Noordzeegebied en de Maasmonding wel diverse vondsten uit de Prehistorie bekend. Het gaat vooral om vuurstenen en benen artefacten, die in de netten van vissers zijn aangetroffen. Naast artefacten worden ook veel botten van grote zoogdieren die tijdens de laatste ijstijden het gebied bevolkten aangetroffen. Een mooi voorbeeld zijn de mammoetbotten die zijn aangetroffen tijdens het trenchen van de exportkabels van Hollandse Kust (zuid) naar de Maasvlakte.[34] Op de kabeltrencher werden meer dan 45 kjaar oude mammoetbotten aangetroffen die uit primaire context afkomstig blijken te zijn. Deze context bestaat uit met fijn zand opgevulde geulen, waarin de botten zeer goed bewaard zijn gebleven. De vondsten hebben geleid tot het inzicht dat het laat-pleistocene rivierenlandschap, waarvan de afzettingen tot de Formatie van Kreftenheye worden gerekend, in ieder geval plaatselijk goed geconserveerd is.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

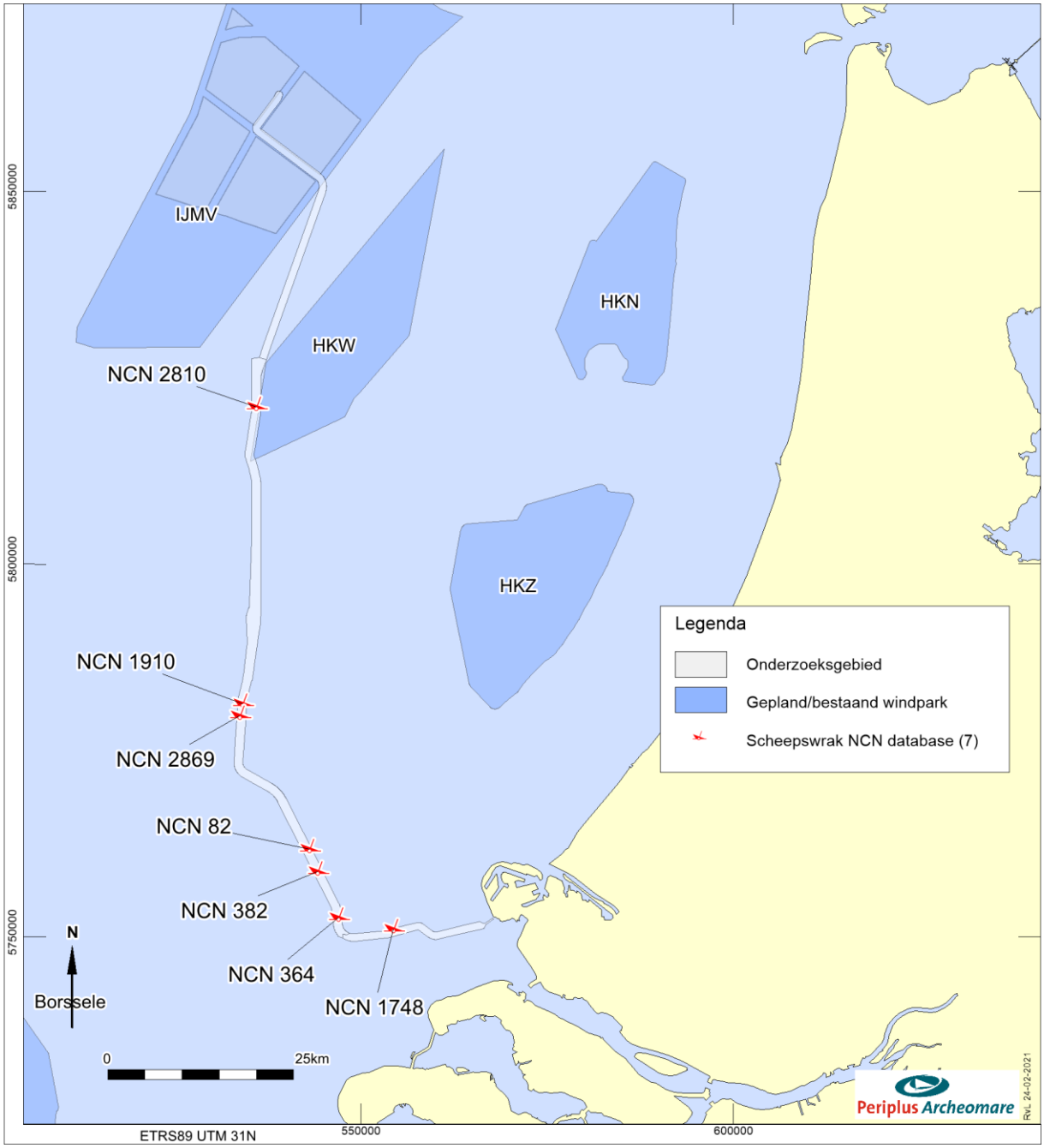
- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta.[35]

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

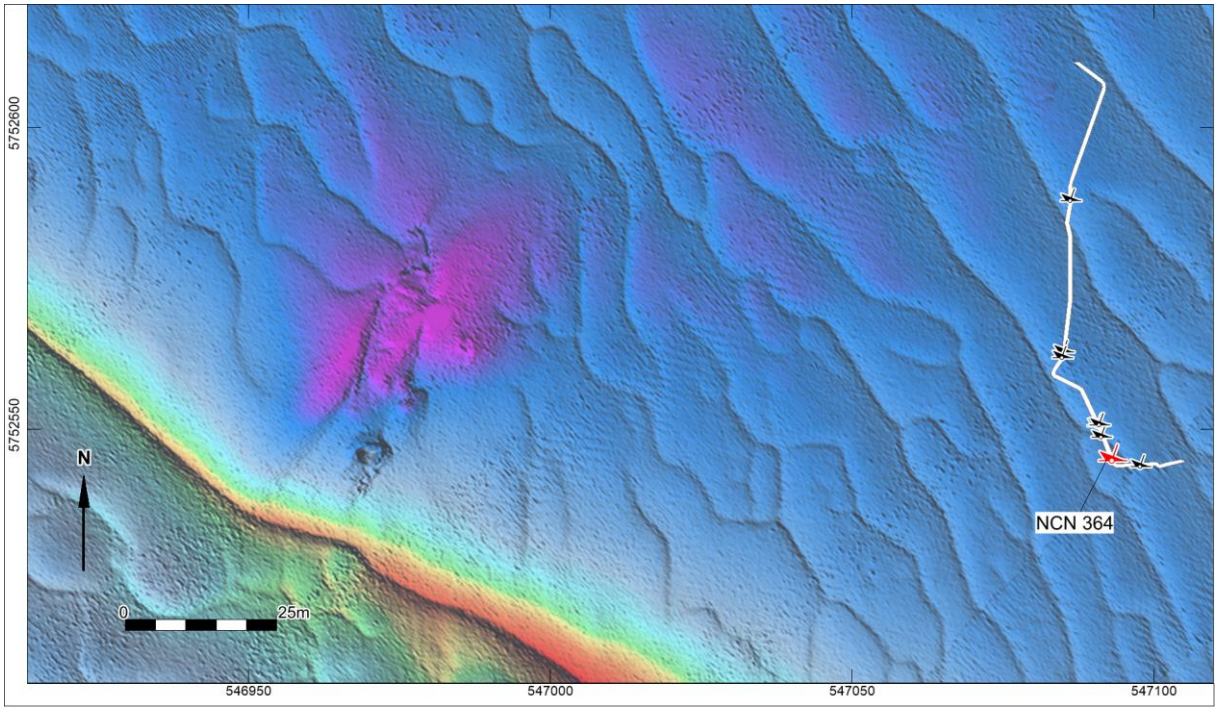
In totaal zijn 7 scheepswrakken en 54 andere NCN waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de afbeelding 26. Een lijst van de 7 bekende scheepswrakken binnen de corridors van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé is opgenomen in bijlage 3.

[34] Lil 2020.
[35] Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail.

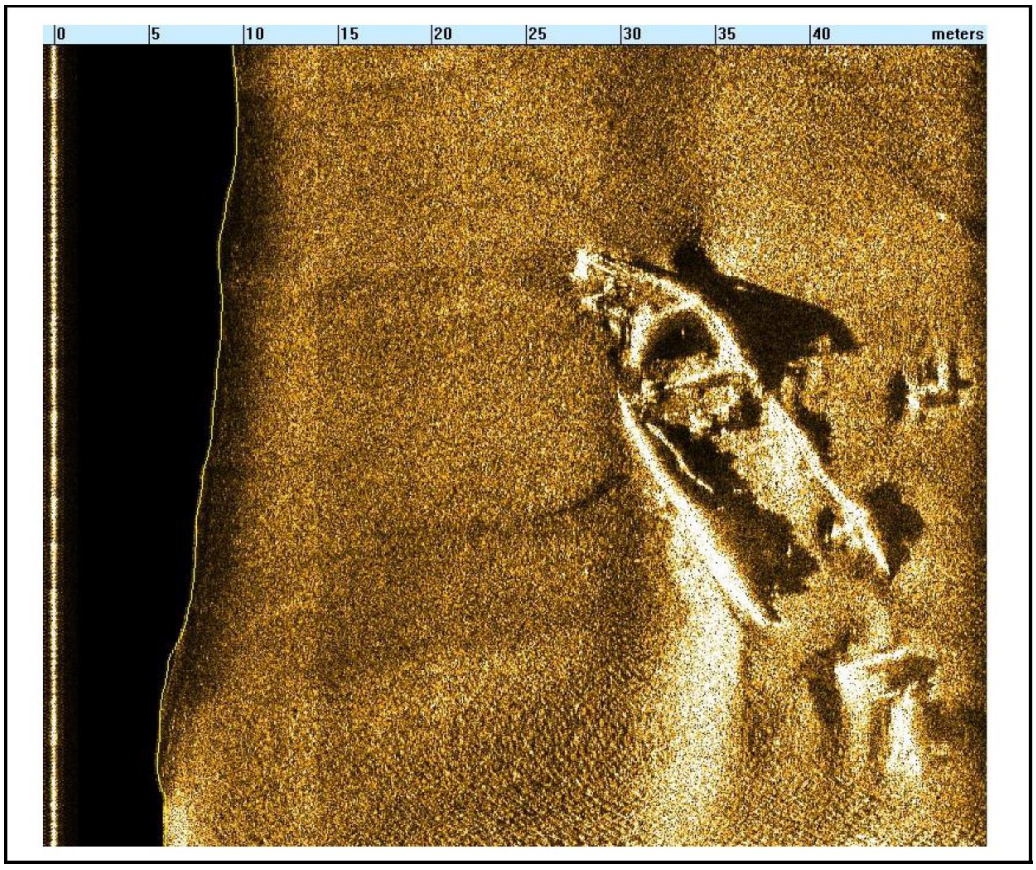


Afbeelding 26. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder wordt een voorbeeld gegeven.



Afbeelding 27. Multibeamopnamen van wrak NCN 364



Afbeelding 28. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364

Het wrak NCN 364 betreft het wrak van een vermoedelijk negentiende-eeuws metalen stoomschip, dat nog niet is geïdentificeerd. Het heeft zichtbare afmetingen van 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

Van de in totaal 7 wrakken die binnen het geoptimaliseerde VKA bekend zijn, zijn 2 wrakken opgenomen in de ARCHIS database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (NCN 364 en NCN 382). Van 2 wrakken (NCN 1748 en NCN 1910) is de locatie zeer onzeker. Het is daarom goed mogelijk dat deze wrakken zich niet bevinden op de locatie die in de NCN-database is geregistreerd. Het is zelfs goed mogelijk dat deze wrakken in werkelijkheid buiten het onderzoeksgebied liggen.

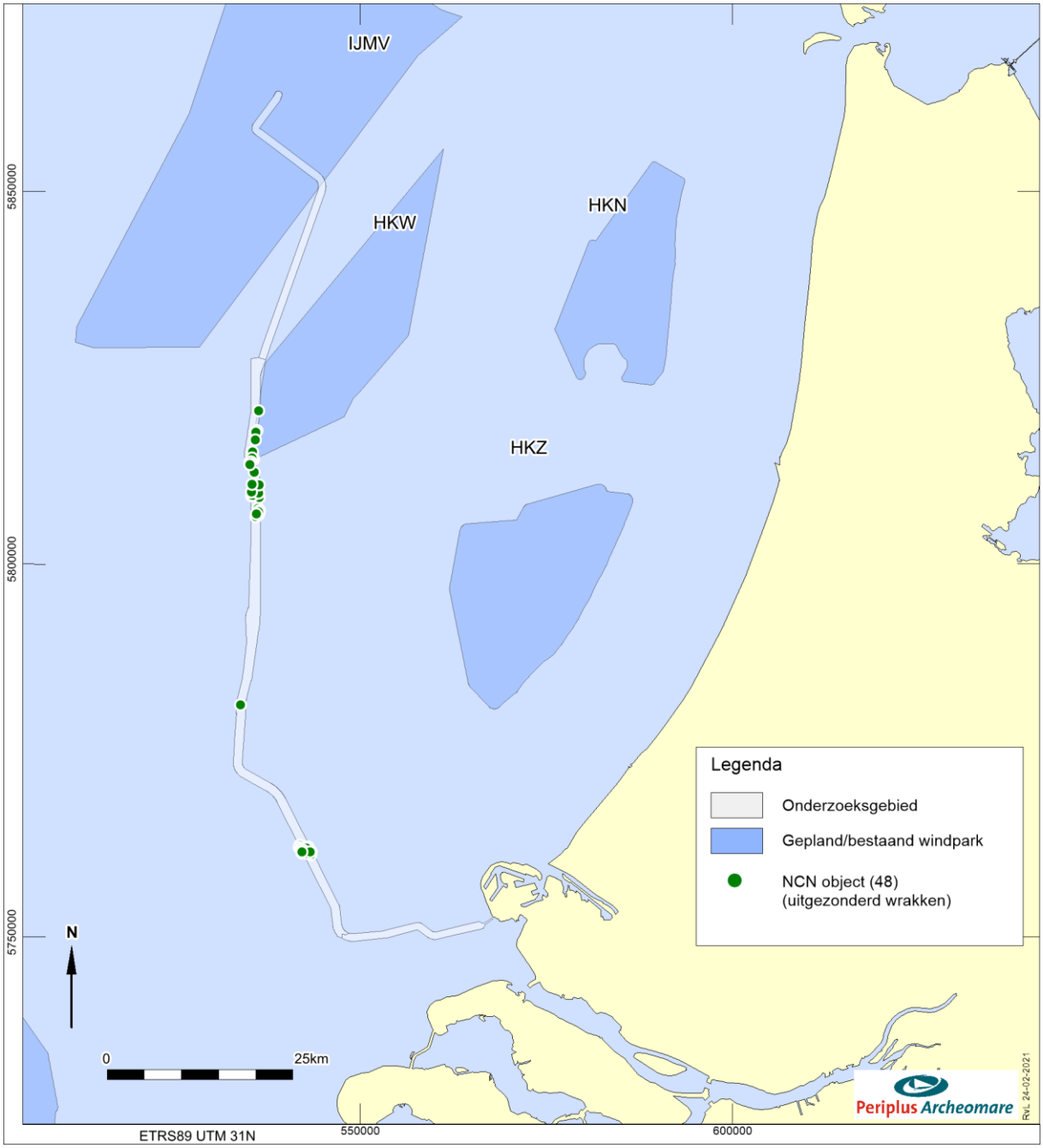
Van geen van de wrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan, dat de wrakken van archeologische waarde zijn, totdat het tegendeel is bewezen. Afgezien van de mogelijk archeologische waarde kunnen alle bekende wrakken obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

Overige objecten

Naast de wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat 54 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in tabel 14 en afbeelding 29.

Object	Aantal
Bodemverstoring	4
Kabel / ketting	14
Onbekend object	21
Steen	13
Boeisteen met ketting	2
Totaal	**54**

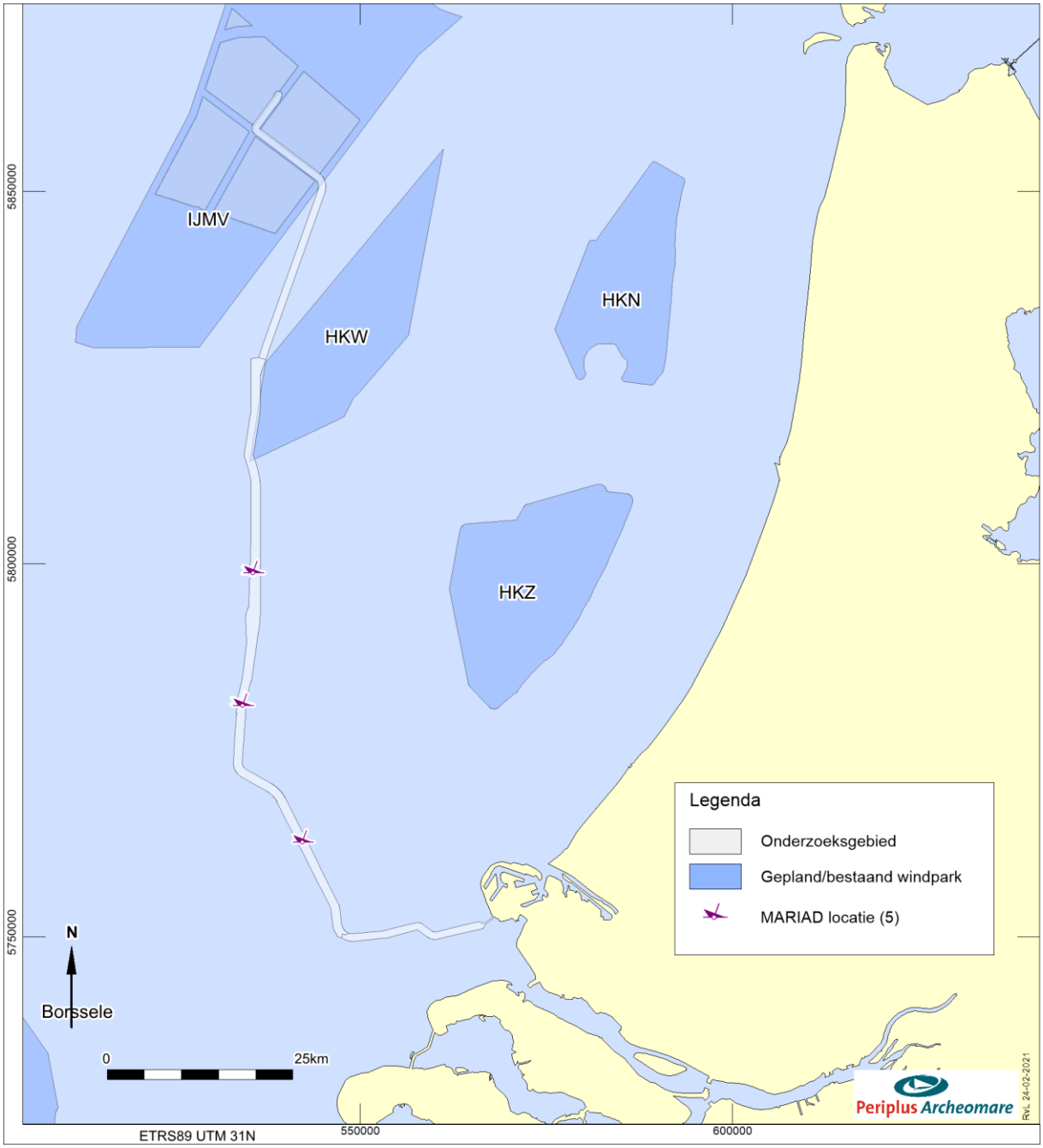
Tabel 14. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database.



Afbeelding 29. Overzicht van de overige NCN objecten

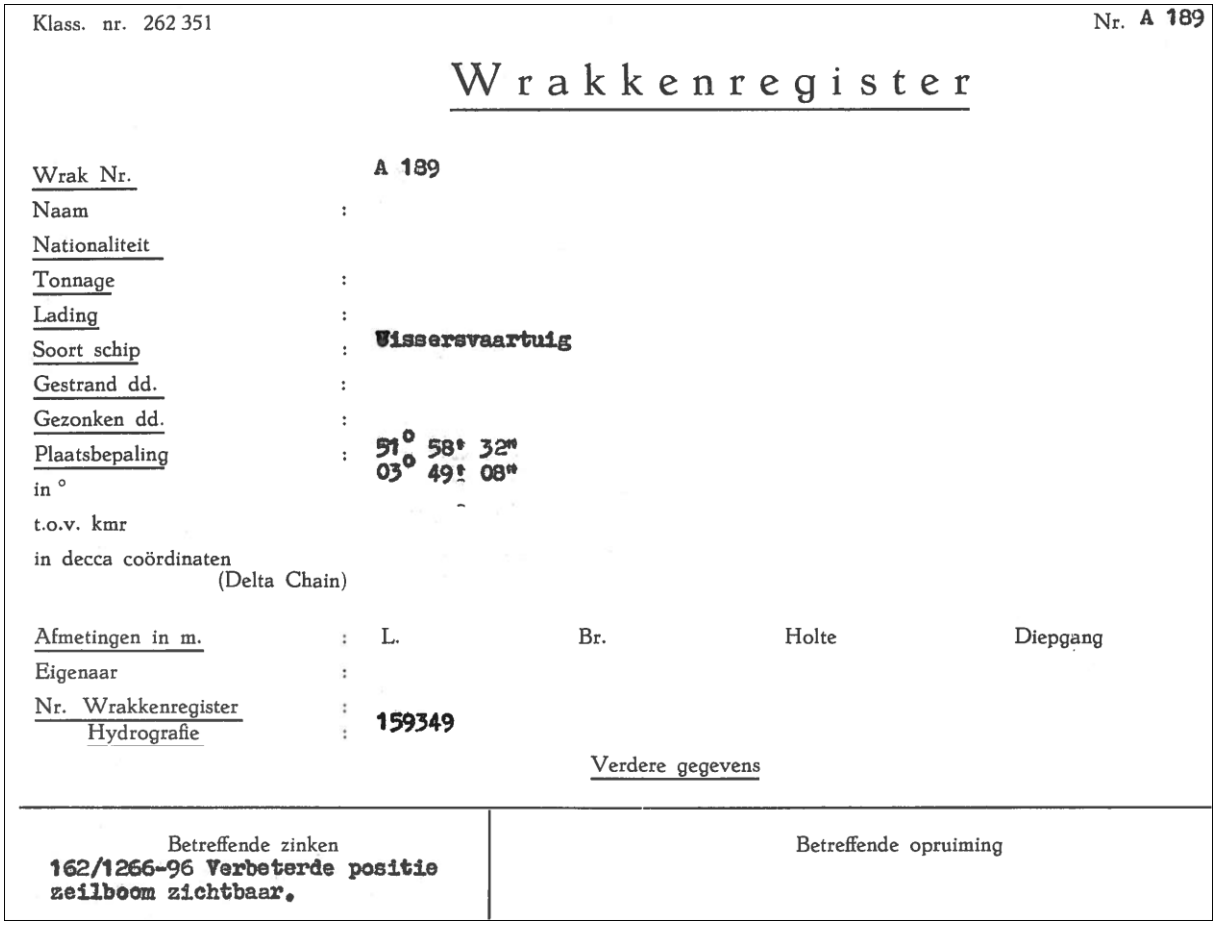
MARIAD

De volgende afbeelding toont de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD). Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbeelding 30. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Onderstaand een voorbeeld van één van de meldingen uit MARIAD. Deze locatie bevindt zich buiten het onderzoeksgebied, ter hoogte van de Maasvlakte II, op 10 km ten oosten van de parallelle sectie.



Klass. nr. 262 351 Nr. A 189

Wrakkenregister

Wrak Nr.		A 189
Naam	:	
Nationaliteit		
Tonnage	:	
Lading	:	
Soort schip	:	Vissersvaartuig
Gestrand dd.	:	
Gezonken dd.	:	
Plaatsbepaling	:	51° 58' 32" 03° 49' 08"
in °		
t.o.v. kmr		
in decca coördinaten (Delta Chain)		

Afmetingen in m.	:	L.	Br.	Holte	Diepgang
Eigenaar	:				
Nr. Wrakkenregister	:				
Hydrografie	:	159349			

Verdere gegevens

Betreffende zinken	Betreffende opruiming
162/1266-96 Verbeterde positie zeilboom zichtbaar.	

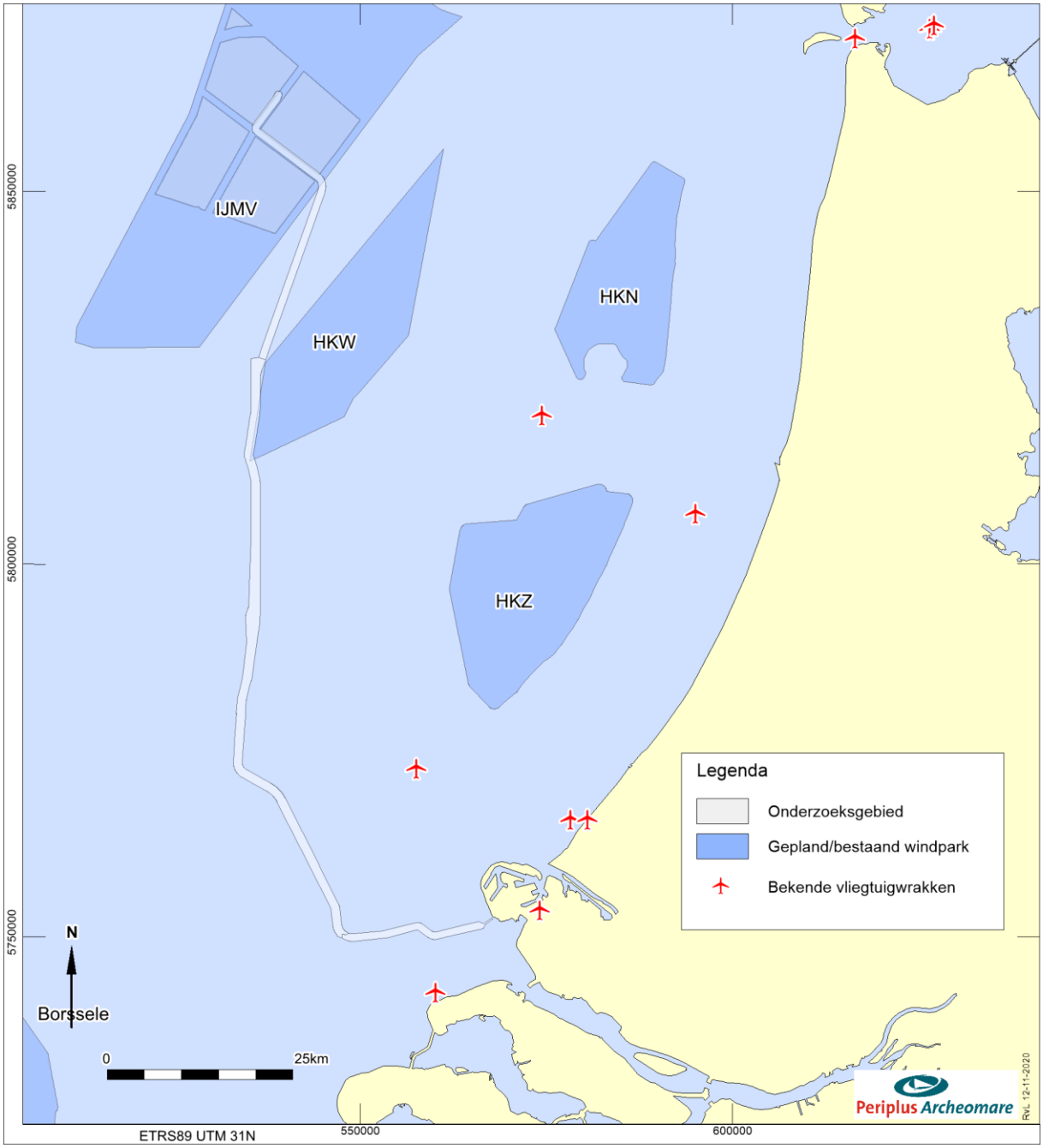
Afbeelding 31. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[36] Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.[37]

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet.[38] Afbeelding 32 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat.

[36] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[37] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.
[38] Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht.



Afbeelding 32. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied

Geen van de bekende vliegtuigwrakken ligt binnen het onderzoeksgebied.

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)

Bewoningsresten

In de ondergrond van het VKA-tracé kunnen bewoningsresten uit alle perioden voorkomen.

De top van het *pleistocene* landschap dat tijdens verschillende perioden in het verleden is gevormd en vormen het archeologische niveau voor kampplaatsen, begravingsresten en verloren of gedumpte jachtattributen uit de Vroege Prehistorie. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de vroeg-*holocene* afzettingen voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	**Laagpakket Laag**	**Lithologie**	**Ouderdom**	**Archeologische Verwachting***	**Periode**
Southern Bight	Bligh bank	zand	*Holoceen*	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	zand	*Holoceen*	I, IV	ME – NT
	Walcheren	zand en klei	*Holoceen*	I, IV	ME – NT
	Wormer	klei en zand	*Holoceen*	I, IV	VMESO – NT
	Velsen	humeuze klei	*Holoceen*	II, mogelijk III	VMESO
Echteld	Terbregge	klei	*Holoceen*	II en IV, mogelijk III	LPALEO – NT
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg *Holoceen*	II, mogelijk III	VMESO
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg *Holoceen*	III	LPALEO – VMESO
	Wierden	fijn zand		III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	II en IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eemien tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	Eemien	IV	MPALEO
Egmond Ground	-	zand en klei	Holsteinien	IV	PALEO

Tabel 15. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten
III	Nederzettingen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 15 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven worden verwacht. De locaties waar intacte dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen het VKA-tracé voorkomen is niet bekend. In het Maasmond-gebied kunnen in de context van zoet- en brakwatergetijdenafzettingen van de Formatie van Echteld verloren en gedumpte objecten en/of verspoelde artefacten voorkomen.

De formaties die zijn opgebouwd uit afzettingen die voor het *Eemien* zijn afgezet, zijn niet opgenomen in het overzicht. De kans op *in situ* resten wordt binnen deze eenheden klein geacht.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de *holocene* opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het vroeg-*holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van het kabeltracé door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg *Holoceen* en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de vroeg-*mesolithische* vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs het kabeltracé zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: '*Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde'.*[39]

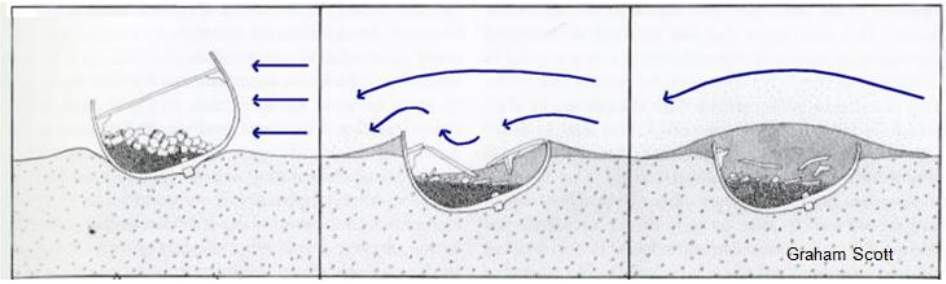
Indien (delen) van het pleistocene en/of vroeg-holocene landschap geconserveerd in de bodem aanwezig zijn dan kunnen daar (o.a. in geulen of in andere afgedekte contexten) resten van dit landschap, de vegetatie, de dierenwereld en van bewoning en gebruik door de mens en zijn voorgangers voorkomen. Deze resten van dit totale geheel dienen integraal worden bekeken en te worden onderzocht in hoeverre dit voorkomt en in hoeverre dat dit 'verstoord' kan gaan worden als gevolg van geplande ontwikkelingen.

[39] Nationale onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 7 scheepswrakken bekend in de NCN-database. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Deze wrakken kunnen dus van archeologische waarde zijn. Binnen het onderzoeksgebied kunnen ook onontdekte wrakken voorkomen, die zijn afgedekt door migrerende zandgolven.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft.
Vooral in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 33. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen, kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn meerdere meldingen van vliegtuigwrakken bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?
Ja. Binnen het onderzoeksgebied van het VKA-tracé zijn 7 scheepswrakken bekend in de NCN database. Deze database omvat objecten, waaronder wrakken, uit de databases van de Dienst Hydrografie (NLhono), Rijkswaterstaat (SonarReg) en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (ARCHIS).

Het NCN contact 364 betreft het wrak van een (vermoedelijk) 19e-eeuws stoomschip dat nog niet is geïdentificeerd. Het wrak is 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

Het materiaal waar de schepen van zijn gemaakt is bij 2 wrakken geregistreerd. Wrak NCN 382 bestaat uit de resten van een houten driemaster; NCN 2869 is door D. de Rooij gemeld als een houten wrak, die eerst als obstructie in de database van de Dienst Hydrografie was geregistreerd. Het 19e-eeuwse stoomschip (NCN 364) is van ijzer, alhoewel het materiaal niet is geregistreerd in de NCN database.

Van 4 wrakken (NCN 82, NCN 364, NCN 382 en NCN 2810) is de locatie nauwkeurig bekend (binnen 5 m). Van 2 wrakken (NCN 1748 en NCN 1910) is de locatie zeer onzeker. Dit geldt, in mindere mate, ook voor de positie van wrak NCN 2869, die binnen 500 m bekend is. Het is daarom goed mogelijk dat 3 wrakken zich niet bevinden op de locaties die in de NCN-database zijn geregistreerd. Het is zelfs goed mogelijk dat deze wrakken in werkelijkheid buiten het onderzoeksgebied liggen. Geen van de vindplaatsen is begrensd.

Uitgezonderd het 19e-eeuwse stoomschip (NCN 364) is de datering van de wrakken niet bekend. Voor de diepteligging van de wrakken en verdere details wordt verwezen naar Bijlage 3 bij dit rapport.

Van geen van de 7 bekende scheepswrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat de wrakken van waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

Behalve 2 scheepswrakken die ook in de NCN-database zijn geregistreerd bestaande uit het 19e-eeuwse stoomschip (NCN 364|ARCHIS 46668) en de houten driemaster (NCN 382|ARCHIS 48556), zijn in de ARCHIS-database geen archeologische vondsten bekend.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?
Ja, in het onderzoeksgebied kunnen naast de bekende scheepswrakken nog onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en intacte prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden.

a) scheeps- en vliegtuigwrakken

De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd, hoewel ook het voorkomen van vaartuigen uit de Prehistorie en Romeinse tijd, zoals boomstamboten, niet kan worden uitgesloten. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het *Bligh Bank* Laagpakket en de Formatie van Naaldwijk verwacht. De dikte van de

Holocene laag varieert langs het IJV Beta VKA-tracé van 0 tot 19 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie, sleepnetten van vissers en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

b) prehistorische nederzettingen
De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden *Paleolithicum*, het Laat *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum*. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door de *Basisveen Laag* en/of de *Laag van Velsen*. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door de *Formatie van Boxtel*. Het gaat om dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden*, rivierduinen van het *Laagpakket van Delwijnen* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 m LAT.[40]

De oevers van lagunes en meren zijn op de overgang van het Eemien naar het Weichselien (circa 115.000 jaar geleden) gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen van Neanderthalers. De kleiige afzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* vormen de context voor *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum*. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit verwacht. De informatiewaarde van overblijfselen is groot.

Naast kampplaatsen kunnen in de vroeg-*holocene* afzettingen (*Basisveen Laag* en *Laag van Velsen*), en verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Verspoelde artefacten worden ook verwacht in de *Formatie van Kreftenheye*. Recente vondsten wijzen er op dat in de *Formatie van Kreftenheye* ook *in situ* resten kunnen voorkomen. Daarbij moet vooral gedacht worden aan verloren of gedumpte objecten die in de context van opgevulde geultjes bewaard zijn gebleven.

Vormt de aanleg van de kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?
Egalisatie (pre-lay sweep), baggeren en in het in de zeebodem begraven van de kabels kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar, magnetometer en subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan een indicatie geven over de aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabels een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn.

[40] LAT = Lowest Astronomical Tided: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden variëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?
Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd.

Met geofysische technieken (*sidescan sonar, multibeam en magnetometer*) kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Zodoende wordt de verwachting voor scheeps- en vliegtuigwrakken getoetst en aangescherpt.

Door combinatie van seismisch onderzoek (*subbottom profiler*) en boringen (*vibro core*; boreholes) kan inzicht worden verkregen over de aard, ontwikkeling en intactheid van de gestapelde prehistorische landschappen in de ondergrond van het onderzoeksgebied. Indien boringen worden gezet in het kader van geotechnisch onderzoek is het van belang om voordat de monsters worden gebruikt voor destructief onderzoek zoals korrelgrootte-analyses en sterkteproeven een beeld wordt verkregen van de locaties waar boormonsters zijn genomen, waarvan de analyse kan bijdragen aan beantwoording van de archeologische doelstelling: het vaststellen van de genese van de afgedekte prehistorische landschappen.

Aan de hand van de resultaten van het bovengenoemd onderzoek kan het kabeltracé worden aangepast binnen de grenzen van de onderzochte corridors of kunnen zones worden aangegeven waar vervolgonderzoek noodzakelijk kan zijn. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van het tracé, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridors van het VKA-tracé van het Net op zee IJmuiden Ver Beta scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn 7 scheepswrakken bekend, waaronder de resten van een 19e-eeuws stoomschip en een houten driemaster. Van geen van de 7 bekende scheepswrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat de wrakken van waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor het VKA-tracé en de onderhoudscorridors te toetsen.[41] Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is gerelateerd aan het laat-*pleistocene* en vroeg-*holocene* landschap waarin jongere mariene zanden schuil gaan.

Archeologische Verwachting	**Methode**	**Doel**	`
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren *pleistocene* landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek voordat kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Tabel 16. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

[41] conform KNA waterbodems protocol 4103.

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag.[42]

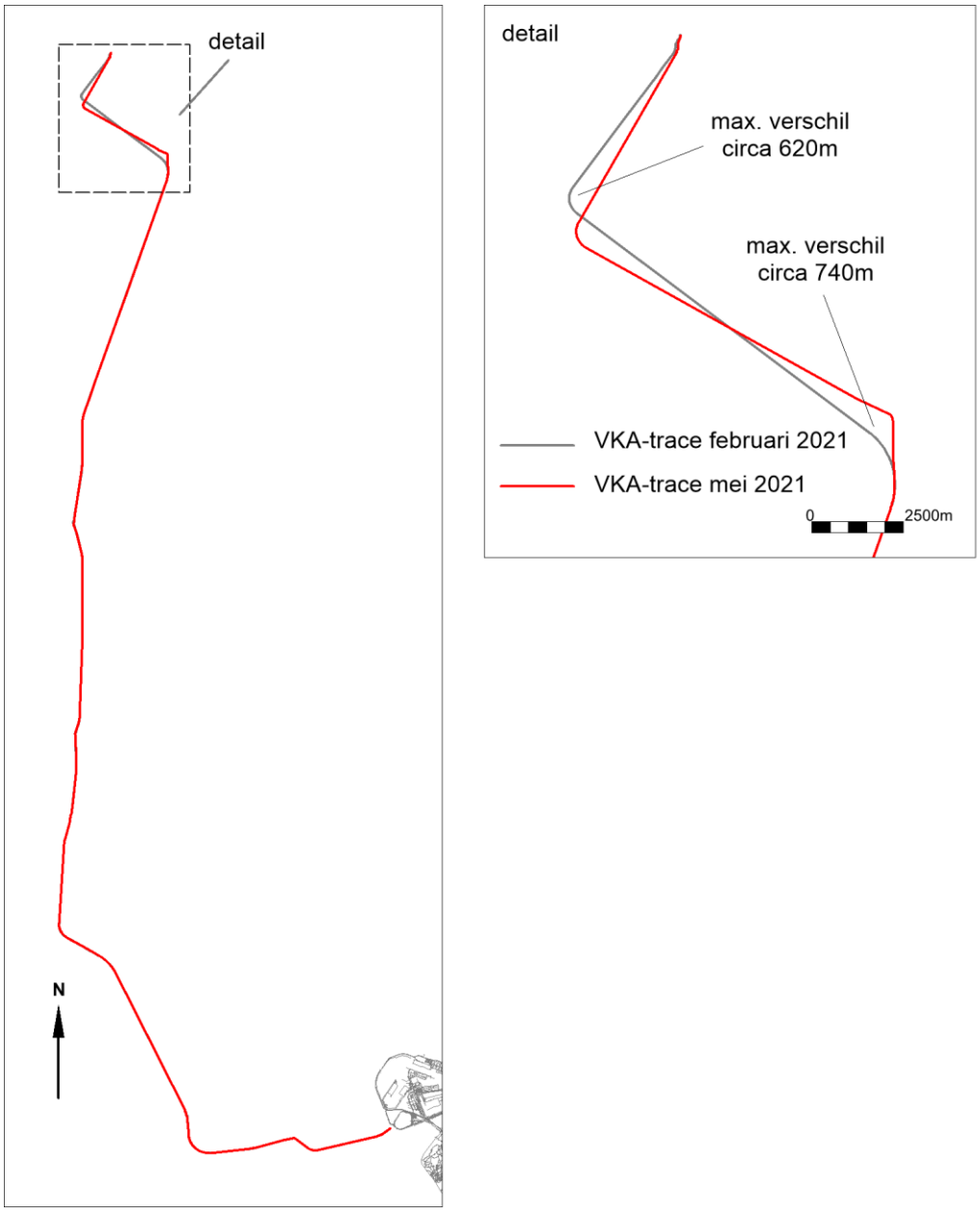
Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

[42] conform KNA waterbodems protocol 4001.

5. Addendum

Na oplevering van de definitieve versie van dit rapport is het VKA-tracé gewijzigd (zie afbeelding 34) De wraklocaties binnen het gewijzigde VKA-tracé (aangeleverd mei 2021) komen overeen met die van het VKA-tracé dat voor dit rapport is gebruikt (aangeleverd februari 2021).

Bij dit rapport is een addendum in tabelvorm opgenomen. Deze tabel bevat alle bekende NCN-contacten inclusief wraklocaties binnen de corridor van dit gewijzigde VKA-tracé. In de tabel zijnvak- de afstanden van de NCN-contacten tot het VKA-tracé dat in dit rapport is gebruikt en het gewijzigde VKA-tracé in twee aparte kolommen weergegeven. De wijzigingen in het VKA-tracé zijn vrijwel niet van invloed op de verwachte geologie | prehistorische landschappen en de daaraan gerelateerde verwachting voor prehistorische resten.



Afbeelding 34. Verschillen tussen het 'oude' en het nieuwe VKA-tracé

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied 5
Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging (bron: TenneT) 6
Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met twee parallelle kabeltracés (Alpha en Beta naast elkaar; bron: TenneT) 7
Afbeelding 4. Breedte kabeltracé nearshore gebundelde ligging (bron: TenneT) 7
Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige IJV Beta platform. 15
Afbeelding 6. Hoogte van de waterbodem langs het VKA-tracé (bovenaanzicht) 16
Afbeelding 7. Hoogte van de waterbodem langs het geoptimaliseerde VKA-tracé (profiel) 17
Afbeelding 8. Kruisende kabels en leidingen 20
Afbeelding 9. Overige infrastructuur 21
Afbeelding 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 22
Afbeelding 11. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine) 24
Afbeelding 12. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis) 24
Afbeelding 13. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkreutz 2018) 25
Afbeelding 14. Projectie van het geoptimaliseerde VKA-tracé op kaarten van De Wit (1675) en Hulst (1852). 27
Afbeelding 15. Projectie van de aanlanding van het geoptimaliseerde VKA-tracé bij de Maasvlakte II op een kaart van Blaeu (1631). 28
Afbeelding 16. Oppervlaktesedimenten 30
Afbeelding 17. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY) 31
Afbeelding 18. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen 32
Afbeelding 19. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004). 33
Afbeelding 20. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket). 35
Afbeelding 21. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien. 37
Afbeelding 22. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien. 38
Afbeelding 23. Archeologische potentie voor prehistorische resten 40
Afbeelding 24. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat. 41
Afbeelding 25. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied. 42
Afbeelding 26. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied. 44
Afbeelding 27. Multibeamopnamen van wrak NCN 364 45
Afbeelding 28. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364 45
Afbeelding 29. Overzicht van de overige NCN objecten 47
Afbeelding 30. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 48
Afbeelding 31. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 49
Afbeelding 32. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied 50
Afbeelding 33. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott). 53
Afbeelding 34. Verschillen tussen het 'oude' en het nieuwe VKA-tracé 61

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden 2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied 2
Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Beta 8
Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009) 10
Tabel 5. Hoogte van de waterbodem in m LAT 16
Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels 18
Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels 18
Tabel 8. Kruisende pijpleidingen 18
Tabel 9. Details van zandwingebieden die door het geoptimaliseerde IJV-Beta VKA-tracé worden gekruist 19
Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 23
Tabel 11. Variaties in dikte van de holocene laag langs het VKA-tracé 32
Tabel 12. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied 36
Tabel 13. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het geoptimaliseerde VKA 43
Tabel 14. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database. 46
Tabel 15. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie 51
Tabel 16. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden 59

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	**Omschrijving**
Antropogeen	Door menselijk handelen
Allerød interstadiaal	Het Allerød-interstadiaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
ARCHIS	ARCHeologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
Crevasse afzetting	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
Discordant	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
Geogenese	Ontstaansgeschiedenis
Geofysisch onderzoek	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
Geotechnisch onderzoek	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
Holoceen	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
In situ	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
Klastische rivierafzettingen	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten).
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
LAT	Lowest Astronomical Tide
Lithostratigrafie	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
Magnetometer	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
Mesolithicum	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
Multibeam echosounder	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
Nearshore	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
Offshore	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het *nearshore* gedeelte
Paleolithicum	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
Pleistoceen	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het *Pleistoceen* eindigt met het begin van het *Holoceen, ca 11700 jaar geleden*
Seismiek	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.

Term	**Omschrijving**
Side scan sonar	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
Stratigrafie	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
Stroomribbels	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
Survey	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
TNO-NITG	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

Referenties

Literatuur

- Amkreutz, L., A. Verpoorte, A. Waters-Rist, M. Niekus, V. van Heekeren, A. van der Merwe, H. van der Plicht, J. Glimmerveen, D. Stapert & L. Johansen, 2018: What lies beneath … Late Glacial human occupation of the submerged North Sea landscape. antiquity 92 361 (2018): 22–37.
- Brokke, A.J., E. Brouwer en A. Overmeer, 2015. Archeologisch bureauonderzoek waterbodem, transmissiesysteem op zee Borssele. ADC rapport 078430100:0.6
- Brown, G.M. en Hageman, B.P., 1984. Geological map Flemish Bight.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hommes, S., J.M.H. Hulscher and A. Stolk, 2007: Parallel Modeling Approach to Assess Morphological Impacts of Offshore Sand Extraction. Journal of Coastal Research, Vol. 23, No. 6, 2007.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid *Holocene* transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: Formatie van Maassluis, In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket).
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): Koningen van de Noordzee, 250-850, Leeuwarden / Nijmegen.
- Kruif, S. de (drs.); RAAP Archeologisch Adviesbureau; (2008): Aardgastransportleidingtracé Wijngaarden - Zelzate (A-667), gemeenten Hulst en Terneuzen; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: Archeologie onder water, het verleden van een varend volk, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- J.M. Moree & M.M. Sier (eds), 2015: *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam. Part 1 Twenty metres deep! The Mesolithic period at the Yangtze Harbour site – Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands.* Early *Holocene* landscape development and habitation, Rotterdam (BOORrapporten 566), 201-221.

- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-*holocene* Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146
- Stulp, B., 2008. Verdwenen dorpen in Nederland. Falstaf Media
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2016. Archaeological assessment geophysical survey Transmission stations and cable routes Windfarm Borssele. Periplus Archeomare rapport 15A028-01
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2015. Desk Study archaeological assessment Hollandse Kust (Zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024-01
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Waterbodems Dordtse Biesbosch. Periplus Archeomare rapport 08A020
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van den Brenk, S., en Waldus, W.B., Amersfoort, 2006. Een vroeg 19e eeuws scheepswrak in het Hollandsch Diep, gemeente Moerdijk, MIVO3. ADC rapport 778
- Van den Brenk, S., R. van Lil en R.W. Cassée, in voorbereiding. Archaeological desk study Windfarm zone IJmuiden (ver). Periplus Archeomare report 19A029-01
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., 2015. Desk study archaeological assessment Hollandse Kust (zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024
- Van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van Lil, R. en Muis, L.A., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Fibre Optic Subsea Cable Noordzee. Periplus Archeomare rapport 15A014-01
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. Pipe lines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebieden Goeree 1 en Schouwen 1. Periplus Archeomare rapport 14A014-03
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebied Walcheren NW. Periplus Archeomare rapport 14A014-04
- Van Lil, R., S. van den Brenk and R.W. Cassée, 2019. Windfarm Hollandse kust (west). An Archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare report 19A015-01

- Van Lil, R., van den Oever, E.A. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Net op zee Hollandse Kust Zuid, offshore tracés. Periplus Archeomare rapport 15A036-01
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Vanderhoeven, T. (Arcadis); Jongh, I.M.H. de (Arcadis); Nales, T. (Arcadis) (2014): Archeologische begeleiding op het kabeltracé Geervliet-Middelharnis150 kV.
- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M., Amersfoort, 2009. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebied Maasvlakte 2. ADC rapport 1929

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (http://www.arg1940-1945.nl)

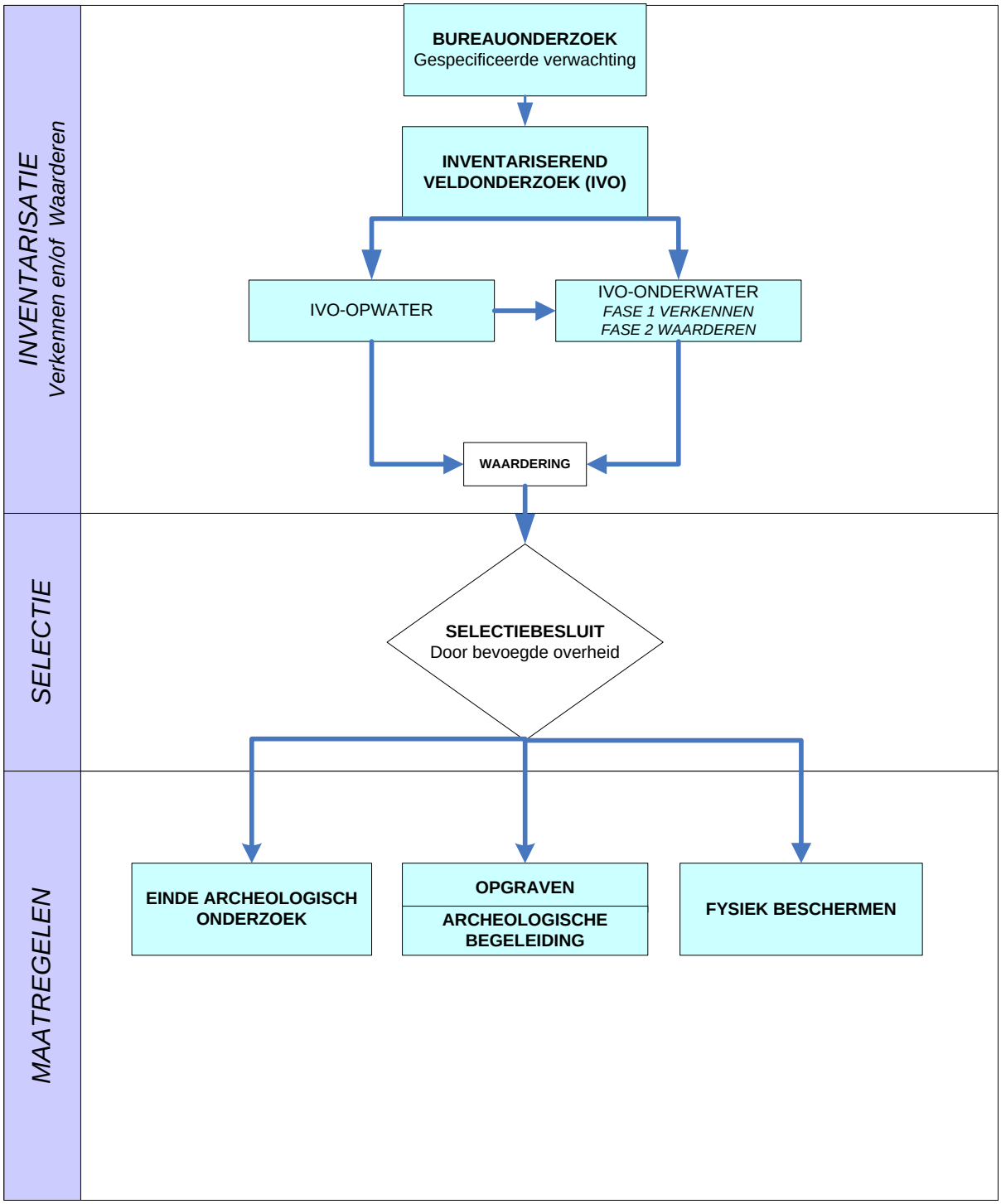
Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE			ARCHEOLOGISCHE PERIODE				
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE	TIJD	TIJDPERK				DATERING
Holoceen	**Laat Subatlanticum**	**1150 n. Chr**	Nieuwe tijd			C	1850
						B	1650
						A	1500
			Middeleeuwen	Laat		B	1250
						A	1050
				Vroeg		D	900
						C	725
						B	525
						A	450
	Vroeg Subatlanticum	0	Romeinse tijd			Laat	270
						Midden	70 n. Chr.
						Vroeg	15 v. Chr.
		450 v. Chr	Prehistorie	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250
						Midden	500
						Vroeg	800
					Bronstijd	Laat	1100
						Midden	1800
						Vroeg	2000
	Subboreaal	3700		Steentijd	Neolithicum	Laat	2850
						Midden	4200
						Vroeg	4900/5300
	Atlanticum	7300			Mesolithicum	Laat	6450
	Boreaal	8700				Midden	8640
	Preboreaal	9700				Vroeg	9700
Pleistoceen	Weichselien – Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000		Paleolithicum	Laat	B	12.500
		Allerød	12.000					
		Oude Dryas	12.100					
		Bølling	13.000					
	Weichselien – Pleniglaciaal L		17.000			Jong		16.000
		Late Glacial Max	20.000					
			31.500				A	35.000
		Denekamp	34.000					
	Weichselien – Pleniglaciaal M		40.000			Midden		250.000
		Hengelo	41.500					
			45.000					
	Weichselien – Pleniglaciaal V	Moershoofd	50.000					
			71.000					
	Weichselien – Vroeg Glaciaal	Odderade	74.000					
		Brørup						
		Amersfoort						
			114.000					
	Eemien		126.000			Oud		
	Saalien		236.000					
	Oostermeer		241.000					
	onbenoemd		322.000					
	Belvédère		336.000					
	onbenoemd		384.000					
	Holsteinien		416.000					
	Elsterien		463.000					

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé

NCN	DHY	RWS	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving	Type	Naam	Zink datum	Diepte LAT
82	607	5	-	543107	5761781	5	Onbekende wrakresten in Eurogeul	Wrakresten	-	-	26.3
364	2939	23876	46668	546959	5752570	5	Wrak van groot oud stoomschip.	Scheepswrak	-	-	19.9
382	3136	-	48566	544077	5758745	5	Losse mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D.van Weenen, houten driemaster	Historisch wrak	-	-	24.0
1748	1816	-	-	554368	5751048	1000	HY11324/HY12105	Scheepswrak	-	-	18.8
1910	2062	-	-	534094	5781303	1000	HY09226 Hr. Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.	Scheepswrak	-	-	30.2
2810	3428	-	-	535978	5821107	1	Uiteengevallen wrak.	Scheepswrak	-	-	29.0
2869	3574	25353	-	533773	5779676	500	Wrak onverkend Dennis de Rooij	Wrakresten	-	-	-

ADDENDUM

Op 17 september 2021 is door Arcadis een geodatabase met aangepaste VKA-tracés aan Periplus Archeomare aangeleverd (ijver_vka RPLA02_Rev6 MultiLineString).

Periplus heeft met behulp van het aangepaste VKA-tracé nieuwe corridors binnen het VKA-tracé vastgesteld:

- 1000 m van Beta platform tot parallelle ligging met het nieuwe Alpha VKA-tracé
- 1200 m ter plaatse van de parallelle ligging van het Beta VKA-tracé met het nieuwe Alpha VKA-tracé
- 200 m binnen de gemeentegrenzen van Rotterdam

Vervolgens is een selectie van de bekende NCN objecten binnen de nieuwe corridors gemaakt. Deze 58 contacten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

In de tabel is de afstand van elk object tot het 'oude' VKA-tracé (VKA1_3 IJVer Alpha2.lpk; aangeleverd 15 februari 2021) en het 'nieuwe' VKA-tracé (ijver_vka RPLA02_Rev6 MultiLineString d.d. 29 april 2021; aangeleverd 7 september 2021) opgenomen in separate kolommen. Deze kolommen worden aangeduid met de afkorting DCC, wat staat voor "Distance Cross Course". De DCC is een surveystandaard waarin de afstand van het object loodrecht tot de geplande VKA-tracé in meters staat uitgedrukt. Hierbij is ervan uitgegaan dat het VKA-tracé begint bij het Beta platform en eindigt op de Maasvlakte. Een positieve waarde in de DCC-kolom betekent dat het object ten westen van het VKA-tracé ligt, terwijl een negatieve waarde betekent dat het object ten oosten van het VKA-tracé.

In de lijst zijn de 7 wraklocaties eerst opgenomen; vervolgens de overige 51 locaties waar objecten en structuren zijn waargenomen.

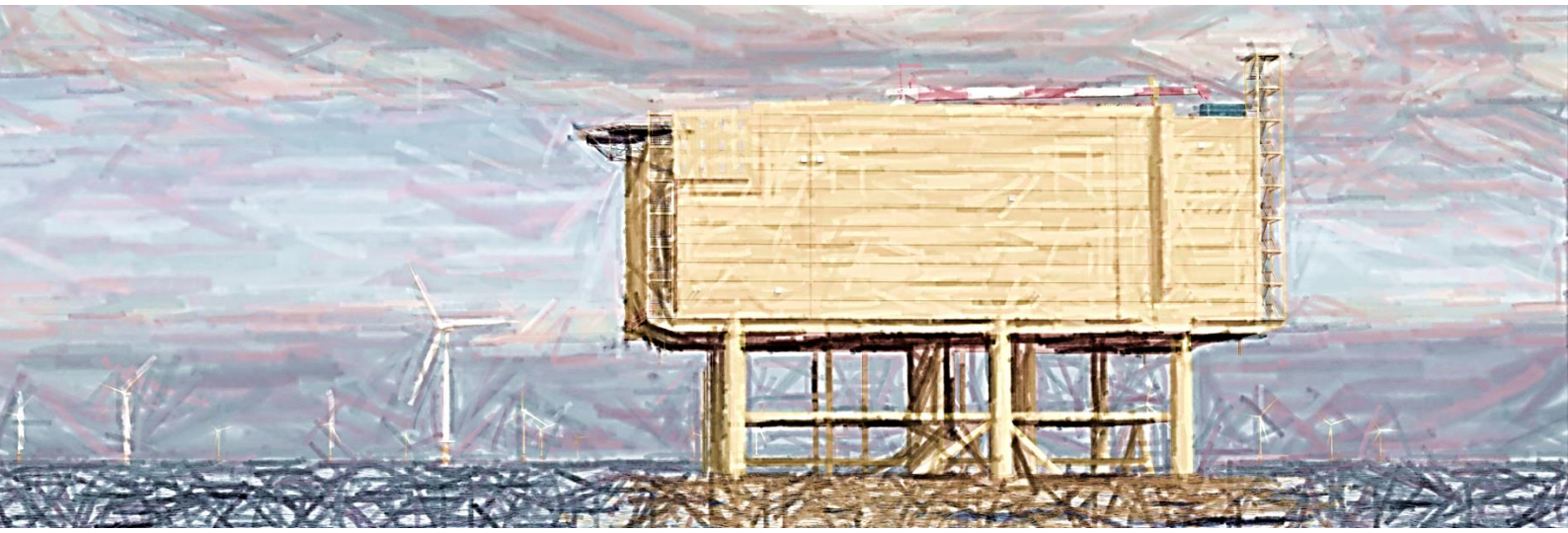
De waterdieptes zijn in m LAT weergegeven in de kolom "diepte". Deze diepte is berekend op basis van lodingen van de Dienst Hydrografie 2019 en EMODNET lodingen van onbekende datum (download 2016). Gezien de dynamiek van de zeebodem langs het VKA-tracé kan de werkelijke diepte waarop een object of wrak zich bevindt afwijken van de hier vermelde dieptes. Daardoor is het ook mogelijk dat de objecten en wrakken in deze tabel nu zijn afgedekt door sediment. De dieptes moeten daarom als indicatief worden beschouwd.

NCN	DHY	RWS	RCE	Easting	Northing	DCC 210215	DCC 210429	R95	Omschrijving	Type	Naam	Zink datum	Diepte LAT
82	607	5	-	543107	5761781	-230	-230	5	Onbekende wrakresten in Eurogeul	Wrakresten	-	-	25.5
364	2939	23876	46668	546959	5752570	-29	-29	5	Wrak van groot oud stoomschip.	Scheepswrak	-	-	18.9
382	3136	-	48566	544077	5758745	152	152	5	Losse mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D.van Weenen, houten driemaster	Historisch wrak	-	-	24.7
1748	1816	-	-	554368	5751048	441	441	1000	HY11324/HY12105	Scheepswrak	-	-	18.6
1910	2062	-	-	534094	5781303	108	108	1000	HY09226 Hr. Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.	Scheepswrak	-	-	28.4
2810	3428	-	-	535978	5821107	111	104	1	Uiteengevallen wrak.	Scheepswrak	-	-	29.8
2869	3574	25353	-	533773	5779676	322	322	500	Wrak onverkend Dennis de Rooij	Wrakresten	-	-	25.7
2870	3579	-	-	533939	5781422	270	270	-	-	-	-	-	28.2
3198	-	1338	-	541911	5762575	480	480	20	Man made object	-	-	-	25.0
7318	-	5929	-	542138	5761652	694	694	20	contact	-	-	-	25.2
7333	-	5944	-	542617	5762090	68	68	20	Harde richel	-	-	-	25.7
7337	-	5948	-	543155	5761996	-370	-370	20	Contact	-	-	-	25.9
7866	-	6494	-	541834	5762291	677	677	20	Contact	-	-	-	25.2
8185	-	6819	-	543008	5762355	-400	-400	20	Langwerpig contact	-	-	-	26.1
8197	-	6831	-	542072	5762170	519	519	20	Cluster van contacten	-	-	-	26.3
8200	-	6834	-	542234	5761660	604	604	20	Contact	-	-	-	25.2
13549	-	8184	-	542215	5761568	662	662	20	Bodemverstoring	-	-	-	25.1
13550	-	8185	-	542811	5762249	-176	-176	20	Contact	-	-	-	25.7
13885	-	7824	-	536325	5807773	-244	-244	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	28.2
13894	-	7833	-	536551	5807497	-470	-470	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	28.4
13895	-	7834	-	536058	5806672	23	23	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	27.6
13896	-	7835	-	536400	5806985	-319	-319	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	27.4
13898	-	7837	-	536331	5806919	-250	-250	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	28.8
13902	-	7841	-	536180	5807058	-99	-99	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	28.0
13904	-	7843	-	536419	5807332	-338	-338	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	25.7
13914	-	7853	-	536130	5806996	-49	-49	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	29.0
13929	-	7868	-	536444	5809260	-363	-363	20	Langwerpig contact	-	-	-	26.1
13938	-	7877	-	535878	5809652	203	203	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	26.1
13940	-	7879	-	535436	5809460	645	645	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	26.6
13943	-	7882	-	535583	5809557	498	498	20	Contact/bodemverstoring	-	-	-	26.5
13944	-	7883	-	536372	5809851	-291	-291	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	27.1
13953	-	7892	-	535455	5809971	626	626	20	Contact	-	-	-	27.9
13954	-	7893	-	536463	5810898	-382	-382	20	Bodemverstoring	-	-	-	28.7
13959	-	7898	-	535496	5810983	585	585	20	Contact	-	-	-	26.7
13972	-	7911	-	535787	5812635	-48	-48	20	Contact	-	-	-	29.3
17465	-	14924	-	542360	5761913	378	378	20	Contact	-	-	-	25.9
17466	-	14925	-	542612	5762336	-38	-38	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	25.3
17469	-	14928	-	543000	5761581	-45	-45	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	24.6
17588	-	14953	-	542355	5761861	405	405	20	Contact	-	-	-	25.8
17777	-	15319	-	543463	5761671	-498	-498	20	contact	-	-	-	24.7
18369	-	14686	-	543377	5761371	-287	-287	20	Contact	-	-	-	24.6
18372	-	14689	-	543000	5761479	1	1	20	Mogelijk ketting	-	-	-	25.6
18394	-	14711	-	542224	5761955	480	480	20	Mogelijk kabel/ketting	-	-	-	27.2

NCN	DHY	RWS	RCE	Easting	Northing	DCC 210215	DCC 210429	R95	Omschrijving	Type	Naam	Zink datum	Diepte LAT
19652	329	-	-	538292	5855686	640	348	-	-	-	-	-	26.0
25716	-	21395	-	543329	5761683	-384	-384	20	Langwerpig contact	-	-	-	25.0
29383	-	24932	-	536371	5820845	-286	-290	20	Boulder	-	-	-	29.8
29397	-	24946	-	536179	5818194	-455	-456	20	Boulder	-	-	-	30.1
29398	-	24947	-	536137	5817636	-500	-501	20	Boulder	-	-	-	27.9
29401	-	24950	-	536029	5817959	-344	-345	20	Debris Height from MBES	-	-	-	28.2
29409	-	24958	-	535939	5816966	-408	-409	20	Boulder	-	-	-	30.0
29411	-	24960	-	535731	5814419	-492	-492	20	Boulder	-	-	-	27.8
29412	-	24961	-	535696	5814291	-420	-420	20	Boulder	-	-	-	27.5
29413	-	24962	-	535609	5815335	-334	-284	20	Boulder	-	-	-	27.3
29414	-	24963	-	535516	5814522	-320	-289	20	Boulder	-	-	-	26.9
29415	-	24964	-	535338	5814007	9	9	20	Depression	-	-	-	25.5
29416	-	24965	-	535246	5813936	118	118	20	Boulder	-	-	-	24.5
29417	-	24966	-	535194	5813618	267	267	20	Boulder	-	-	-	26.7
29967	-	25308	-	542194	5761718	614	614	20	kabel?	-	-	-	25.3

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage X-B Bureauonderzoek Archeologie op land IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

ARCHEOLOGISCH BUREAUONDERZOEK IJMUIDEN VER BETA OP LAND

Arcadis Archeologische Rapporten 268

Tennet TSO B.V.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 4

1.1 Aanleiding van het onderzoek 4

1.2 Plangebied en onderzoeksgebied 5

1.3 Administratieve gegevens 6

1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied 6

1.5 Doel van het bureauonderzoek 10

1.6 Werkwijze 10

1.7 Juridisch- en beleidskader 10

1.7.1 Verdrag van Malta (1992) 10

1.7.2 Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988) 11

1.7.3 Gemeentelijk beleid 11

2 LANDSCHAP 15

2.1 Inleiding 15

2.2 Landschappelijke ontwikkeling 15

2.2.1.1 Geologische setting plangebied 16

2.2.2 Landschap en bewoningsmogelijkheden 20

2.3 Geomorfologie 20

2.4 Bodem 21

2.5 Verstoringen 21

2.6 Hoogtebestand AHN 21

2.7 Grondwater 22

2.8 Synthese landschap 23

3 HISTORIE 24

3.1 Inleiding 24

3.2 Historische informatie 24

4 ARCHEOLOGISCHE INFORMATIE 29

4.1 Inleiding 29

4.2 Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart 29

4.3 Archeologische informatie 30

4.3.1.1 AMK-terreinen 32

4.3.1.2 Vondstlocaties en scheepswrakken 32

4.3.1.3 Eerder uitgevoerd onderzoek 35

4.4 Synthese archeologie 36

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 37

5.1 Conclusie 37

5.2 Gespecificeerd verwachtingsmodel 39

5.3 Advies 41

BRONNEN 42

COLOFON 43

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding van het onderzoek

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland bv een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het landgedeelte van de kabelverbinding voor het project Net op zee IJmuiden Ver Beta. Parallel aan dit onderzoek is door Periplus een archeologisch bureauonderzoek voor het gedeelte op zee uitgevoerd. Beide onderzoeken worden uitgevoerd in het kader van de milieueffectrapportage (hierna: m.e.r.). De bureauonderzoeken worden uitgevoerd conform de vigerende KNA-regeling, versie 4.1. en conform de aanvullende archeologische richtlijnen van de provincie en gemeenten waarbinnen het plangebied zich bevindt. Het Net op zee IJmuiden Ver Beta bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een kabelsysteem voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds 525kV-kabelsysteem op land voor het verdere transport naar een converterstation;
- Converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380 kV-wisselstroom;

Dit rapport gaat over de effecten van de laatste twee onderdelen. Bij de uitvoering van de voorgenomen ontwikkelingen kunnen mogelijk archeologische waarden worden verstoord. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich in het plangebied kunnen bevinden.



Figuur 1. Plangebied met daarop de aanlanding en de kabels van IJmuiden Ver Bèta op land.

1.2 Plangebied en onderzoeksgebied

Voor het bureauonderzoek is uitgegaan van een onderzoeksgebied dat bestaat uit het plangebied en een zone van 100 meter of 500 meter daaromheen. Het plangebied bestaat uit de volgende elementen:

- Het ondergrondse landtracé (gelijkstroom) van de aanlanding naar het converterstation.
- Het converterstation.

Voor de lineaire elementen (kabelverbindingen) wordt uitgegaan van 100 meter en voor de stationslocatie wordt uitgegaan van 500 meter. Hierdoor wordt een completer beeld verkregen van de aanwezige archeologische waarden in en rondom het plangebied en kunnen resultaten uit de omgeving worden geëxtrapoleerd (Figuur 2).



Figuur 2. Tracé Maasvlakte.

1.3 Administratieve gegevens

Tabel 1. Objectgegevens onderzoek

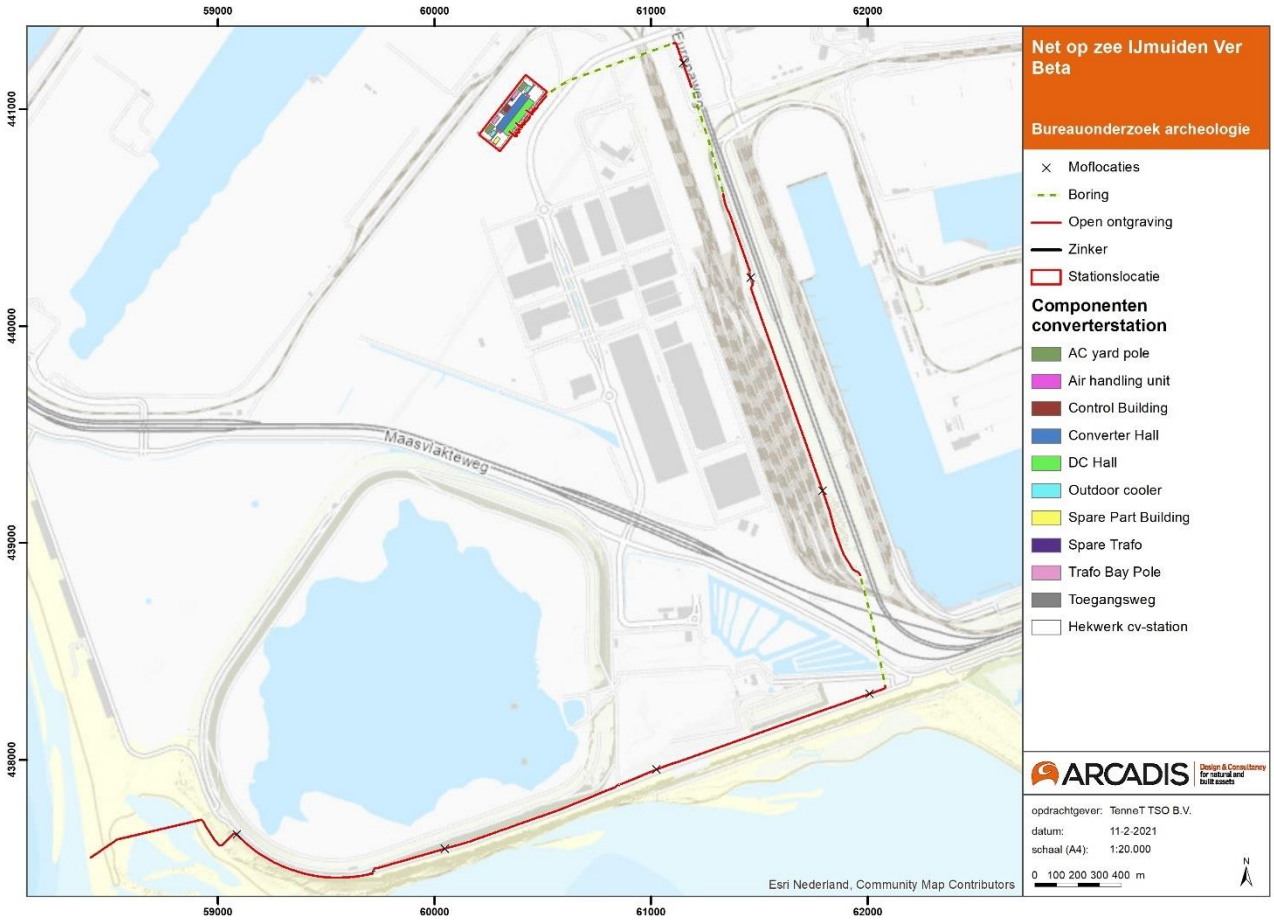
Objectgegevens onderzoek	
ISSN-nummer	2666-8718
Arcadis Projectnummer	C05057.000328.0140
Projectnaam	IJmuiden Ver Bèta op land
Plaats	Rotterdam
Gemeente en provincie	**Maasvlakte** Provincie Zuid-Holland Gemeente Rotterdam Gemeente Westvoorne
Coördinaten (X,Y) centrumcoördinaat	60.444; 441.223
Oppervlakte locatie	8 ha
Onderzoeksmelding Archis3	4927322100
Uitvoerder	Arcadis Nederland BV
Auteur	Wanda Zijl Erfgoed adviseur en Senior KNA archeoloog Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon	Wanda Zijl Arcadis Nederland B.V.
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Bevoegd gezag	Gemeente Rotterdam Gemeente Westvoorne
Uitvoeringsperiode onderzoek	Oktober 2020 – juli 2021
Beheerder en plaats documentatie	Arcadis Nederland BV, locatie Arnhem

1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied

In de toekomstige situatie wordt in het plangebied een ondergronds kabelsysteem aangelegd om de stroom van de windturbines op zee naar het land te transporteren. Het ondergrondse kabelsysteem op zee wordt door middel van een open ontgraving geplaatst.

De 525 kV HVDC-kabel wordt op land gebundeld aangelegd. Ook wordt op land een converterstation gebouwd. De kabels binnen het plangebied op de Maasvlakte worden door middel van open ontgravingen en boringen uitgevoerd. Soms is het noodzakelijk boringen uit te voeren om bepaalde obstakels te vermijden.

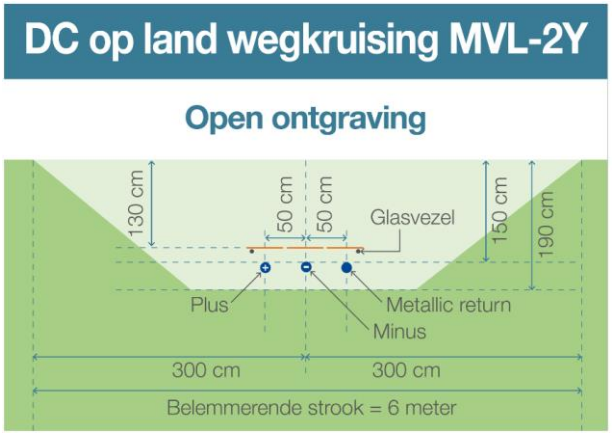
Hieronder worden de geplande ingrepen kort toegelicht. De focus ligt daarbij op de ingrepen waarbij mogelijk archeologische waarden worden verstoord.



Figuur 3. Maatregelen Maasvlakte.

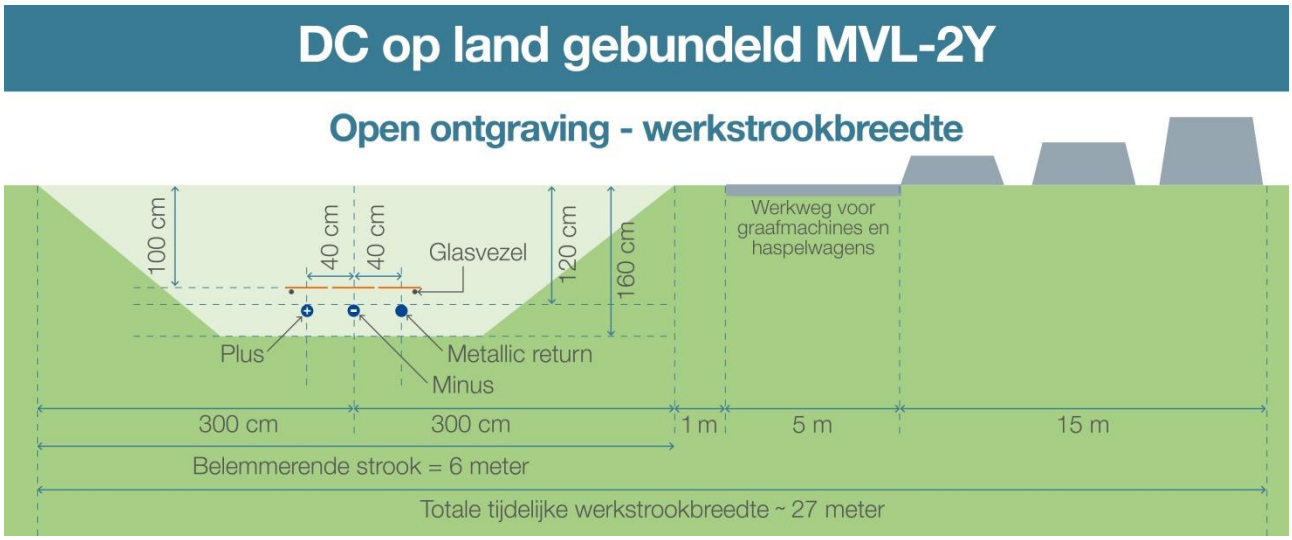
HVDC-kabelverbinding op land

De HVDC-kabelconfiguraties voor het gebundelde gelijkstroom tracé op land, voor open ontgraving en een gestuurde boring, zien er als volgt uit:

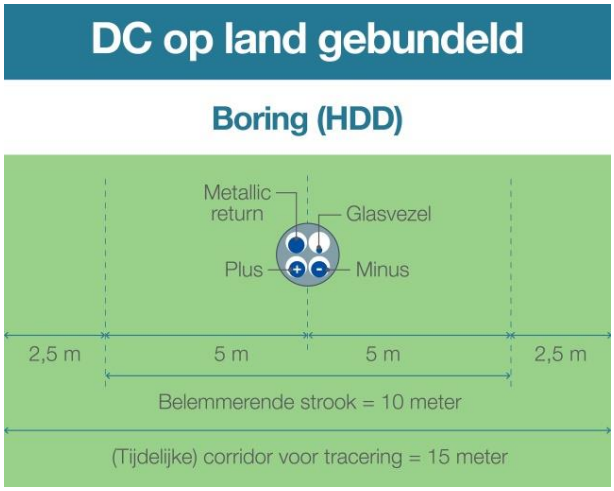


Figuur 4. Open ontgraving.

Tijdens de aanlegfase is er ook sprake van een tijdelijke werkstrook inclusief werkweg. De kabelconfiguratie in een open ontgraving voor een gebundeld gelijkstroom tracé op land inclusief werkterrein ziet er als volgt uit:



Figuur 5. Open ontgraving met werkstrookbreedte.



Figuur 6. HDD-boring.

Mofputten (joint)
Om de circa 800 tot 1.200 meter is een verbindingsmof nodig om landkabels te verbinden. Er ligt een betonplaat op de moflocatie (permanent). Een joint heeft een afmeting van circa 6m x 30cm en is een soort metalen koffer. Er komt een verbindingsmof tussen de zeekabel en de landkabel, waar de kabel uitkomt op de Maasvlakte: De aanlanding van de kabels gaat via een mofput. Per kabelbundel wordt een mofput (van ongeveer 50 m2) aangelegd waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. Totaal is er 1 mofput voor de verbinding tussen land- en zeekabel. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien.

Aardputten
Om de 3 tot 5 km komt een aardput op land. De exacte locaties van de aardputten zijn nu nog niet bekend (1-2-2021). In beginsel is de aardput ondergronds gelegen afgedicht met een putdeksel op maaiveld. Tenzij de perceeleigenaar een bovengrondse aardput wenselijk acht. Het is dus afhankelijk van de perceeleigenaar of de aardput boven of ondergronds is. Het uitgangspunt is: een aardput is ondergronds en afgedekt met een putdeksel op maaiveld.

Dit betekent voor IJver Beta: 2 aardputten (1 bij de joint zeekabel-landkabel op de parkeerplaatsen boven op de dijk en 1 bij de mofput vlak voor de boring onder de beschermingszone van de waterkering). Een aardput heeft afmetingen van circa 1m x 1m. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel. Vergelijkbaar met een putdeksel in de straat welke gelijk is afgewerkt gelijk met het maaiveld. De earthing box zit in de aardput verwerkt (zie afbeelding hieronder voor een indicatie van een earthing box).

Converterstation Maasvlakte
De locatie voor het converterstation ligt nabij het bestaande 380kV-station aan de westelijke zijde van de N15 nabij de Dardanellenstraat. De HVDC-kabel gaat ten zuiden van de Slufter langs hetzelfde tracé als de BritNed kabel langs de Noordzeeboulevard en de N15 naar de converterstationslocatie.

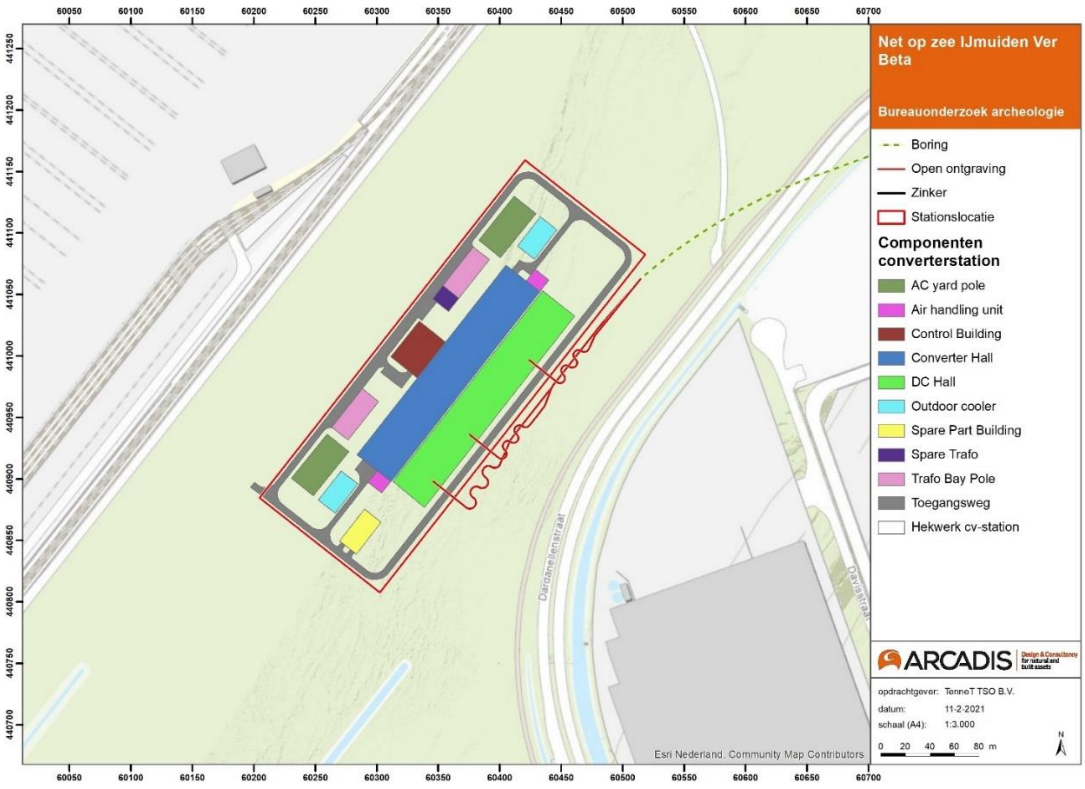
Converterstationlocatie is ruim 8 hectare, de benodigde ruimte voor het converterstation is ca. 4,5 hectare. Daarnaast zal een nieuw 380 kV hoogspanningsstation (Amaliahaven) worden gerealiseerd aangrensend aan het converterstation, waardoor direct kan worden aangesloten op dit hoogspanningsstation en er geen AC-verbindingen nodig zijn. Het nieuwe 380kV-station maakt geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. De verwachte afmetingen van het converterstation zijn minimaal circa 125m x 370m en met een maximale hoogte van 25 m (gemeten vanaf het maaiveld). De service building in het midden van het plot is circa 70x30x15m (lengte x breedte x hoogte).

De plot voor het converterstation Maasvlakte Midden ligt op een hoogte van circa +5,10 tot 7,00 meter NAP. Omdat de waterstand in de toekomst hoger kan worden en om de kans op een overstroming van de locatie te verkleinen wordt het maaiveld verhoogd met circa 0,39 meter. Niet het gehele perceel hoeft opgehoogd te worden omdat delen ervan op voldoende hoogte liggen.

Bij het aanbrengen van de grond dient rekening gehouden te worden met het inklinken hiervan. Voor het ophogen van de plot op Maasvlakte Midden gaan we uit van het ophogen met 8775 m3.

Het converterstation op de Maasvlakte zal op staal worden gefundeerd. Er zullen dus geen palen de grond in worden gebracht. Waar geen kelder is wordt er ontgraven tot 1,5 m – Mv.

Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat minimaal 2,10m diep de grond in tot maximaal 2,50m (vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 920 m² (46m x 20m).



Figuur 7. Convectorstation Maasvlakte.

1.5 Doel van het bureauonderzoek

1. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich mogelijk in het plangebied bevinden of verwacht worden.
2. Aan de hand van het bureauonderzoek wordt een gespecificeerd verwachtingsmodel opgesteld voor het aantreffen van archeologische resten en de risico's op het verstoren van deze resten binnen de planvorming.
3. Aan de hand van het bureauonderzoek wordt uitspraak gedaan over de noodzaak van archeologisch vervolgonderzoek en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het vervolgonderzoek zou moeten bestaan.

1.6 Werkwijze

De landschappelijke en archeologische situatie wordt beschreven op basis van een aantal bronnen. De opbouw en ontwikkeling van het onderzoeksgebied zegt veel over de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden in het plangebied. In combinatie met gegevens over bekende archeologische vondsten en historische gegevens wordt een verwachting opgesteld voor de kans op het aantreffen van archeologische resten. Het rapport bevat waar mogelijk gegevens over de verwachte aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden. Voor het bureauonderzoek archeologie worden de volgende bronnen geraadpleegd:

- Archeologische Monumenten Kaart (AMK);
- Gemeentelijke archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart;
- Relevante publicaties van reeds uitgevoerd archeologisch onderzoek;
- Bodemkaart, geomorfologische kaart, het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), paleogeografische kaarten;
- Informatie uit Archis 3;
- Indien aanwezig geomorfologische kaart van de gemeente.

1.7 Juridisch- en beleidskader

1.7.1 Verdrag van Malta (1992)

Op 16 januari 1992 is door de Raad van Europa het Europese verdrag van Malta - ook wel bekend als de Conventie van Malta of het Verdrag van Valletta - gesloten. Aanleiding was de toenemende druk op het archeologisch erfgoed in Europa, onder meer door ruimtelijke ontwikkelingen, waardoor bodemarchief ongezien verloren dreigde te gaan. Het verdrag beoogt het cultureel erfgoed dat zich in de bodem bevindt beter te beschermen. Grondslag van het verdrag is dat dit archeologische erfgoed integrale bescherming nodig heeft en krijgt. In het verdrag zijn drie uitgangspunten ten aanzien van de omgang met archeologie geïntroduceerd:

- Het streven naar het behouden van archeologie in de bodem, het zogenaamde "behoud in situ" (artikel 4, tweede lid). Opgraven is het (gedocumenteerd) vernietigen van het bodemarchief en is in principe niet het eerste streven. De gedachte daarachter is dat er bodemarchief voor toekomstige generaties bewaard moet blijven.
- Tijdig rekening houden in de ruimtelijke ordening met de mogelijkheid of aanwezigheid van archeologische waarden, zodat er nog ruimte is voor archeologievriendelijke alternatieven (artikel 5). Zo wordt voorgesteld om steeds vooraf onderzoek te laten doen naar de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden om het bodemarchief beter te beschermen en om onzekerheden tijdens de bouw van bijvoorbeeld nieuwe wijken te beperken. Op deze manier kan daar bij de ontwikkeling van de plannen zoveel mogelijk rekening mee worden gehouden. Door er vooraf rekening mee te houden, wordt vertraging in bouwprocessen voorkomen.
- Elke lidstaat die het Verdrag van Malta ondertekent is verplicht maatregelen te treffen om ervoor te zorgen dat bij particuliere of openbare ontwikkelingsprojecten de kosten van de noodzakelijke archeologische maatregelen worden gedekt (artikel 6). In de Nederlandse wetgeving is dit vertaald in het 'de verstoorder betaalt'-principe (Wet op de archeologische monumentenzorg 2008). De ontwikkelaar is verantwoordelijk voor de kosten van het archeologisch onderzoek en de uitwerking van de resultaten. Dit principe is geïntroduceerd als een stimulans om locaties voor ruimtelijke ontwikkeling te zoeken waarbij de archeologische verwachtingswaarden minder hoog zijn.

1.7.2 Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988)

Sinds 1 juli 2016 geldt de nieuwe Erfgoedwet. Deze wet harmoniseert de bestaande wet- en regelgeving omtrent roerend en onroerend erfgoed en vormt één integrale Erfgoedwet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. Een belangrijke wijziging voor archeologie is dat in de Erfgoedwet de regels voor de archeologische monumentenzorg aan de orde komen. De omgang met archeologie in de fysieke leefomgeving wordt onderdeel van de Omgevingswet. Tot dat de Omgevingswet ingaat blijven de artikelen uit de Monumentenwet 1988 die niet terugkomen in de Erfgoedwet van kracht, waaronder regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen.

- Op grond van artikel 38a van de Monumentenwet 1988 en op grond van de Wet ruimtelijke ordening (artikel 3.1.6 Besluit ruimtelijke ordening), zijn gemeenten verplicht de belangen van de archeologische monumentenzorg in hun bestemmingsplannen te verankeren. De verankering vindt plaats door het toekennen van de bestemming of dubbelbestemming ‘Waarde – Archeologie’. In een gemeentelijke verordening en in het bestemmingsplan worden regels opgenomen met betrekking tot het gebruik van de grond. Aan deze regels kan een omgevingsvergunningstelsel voor onder meer het gebruik van de grond en bodemwerkzaamheden worden gekoppeld.
- Op grond van artikel 2.22, derde lid onder d, van de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht kunnen in het belang van de archeologische monumentenzorg, voorschriften aan de omgevingsvergunning worden verbonden. Deze voorschriften kunnen inhouden dat de aanvrager van een omgevingsvergunning een rapport overlegt, waarin de archeologische waarde wordt vastgesteld van het terrein dat volgens de aanvraag wordt verstoord.

1.7.3 Gemeentelijk beleid

Een archeologische verwachtingskaart biedt een actueel overzicht van de archeologische verwachtingen en bekende archeologische waarden binnen de gemeentegrenzen. Deze verwachtingskaart ligt veelal ten grondslag aan het gemeentelijk archeologiebeleid met bijbehorende beleidskaart. In onderstaande tabel zijn de op het plangebied van toepassing zijn de beleidseenheden met bijbehorend beleid weergegeven. Het deelgebied Maasvlakte ligt in de gemeente Rotterdam en een klein deel van het zuiden van het tracé bevindt zich in de gemeente Westvoorne.

Beleidskaart gemeente Rotterdam en Westvoorne

Op de archeologische waarden en beleidskaart van de gemeente Rotterdam ligt het plangebied in een zone met een middelhoge tot hoge verwachting, zie Figuur 8. De beleidscategorieën die voorkomen binnen het plangebied zijn omschreven in Tabel 2.

Categorie	Verwachting	Beleid
3.3	Gebieden met een redelijke tot hoge archeologische verwachting. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden NAP.	Afhankelijk van de verstoringsdiepte is een aanlegvergunning verplicht bij het verstoren van een oppervlak van meer dan 200 m^2.
4.2	Lage verwachting. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden maaiveld.	De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden maaiveld.
4.3	Lage verwachting. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan de huidige onderwaterbodem.	De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan de huidige onderwaterbodem.

Tabel 2: Archeologische beleidscategorieën gemeente Rotterdam en Westvoorne.



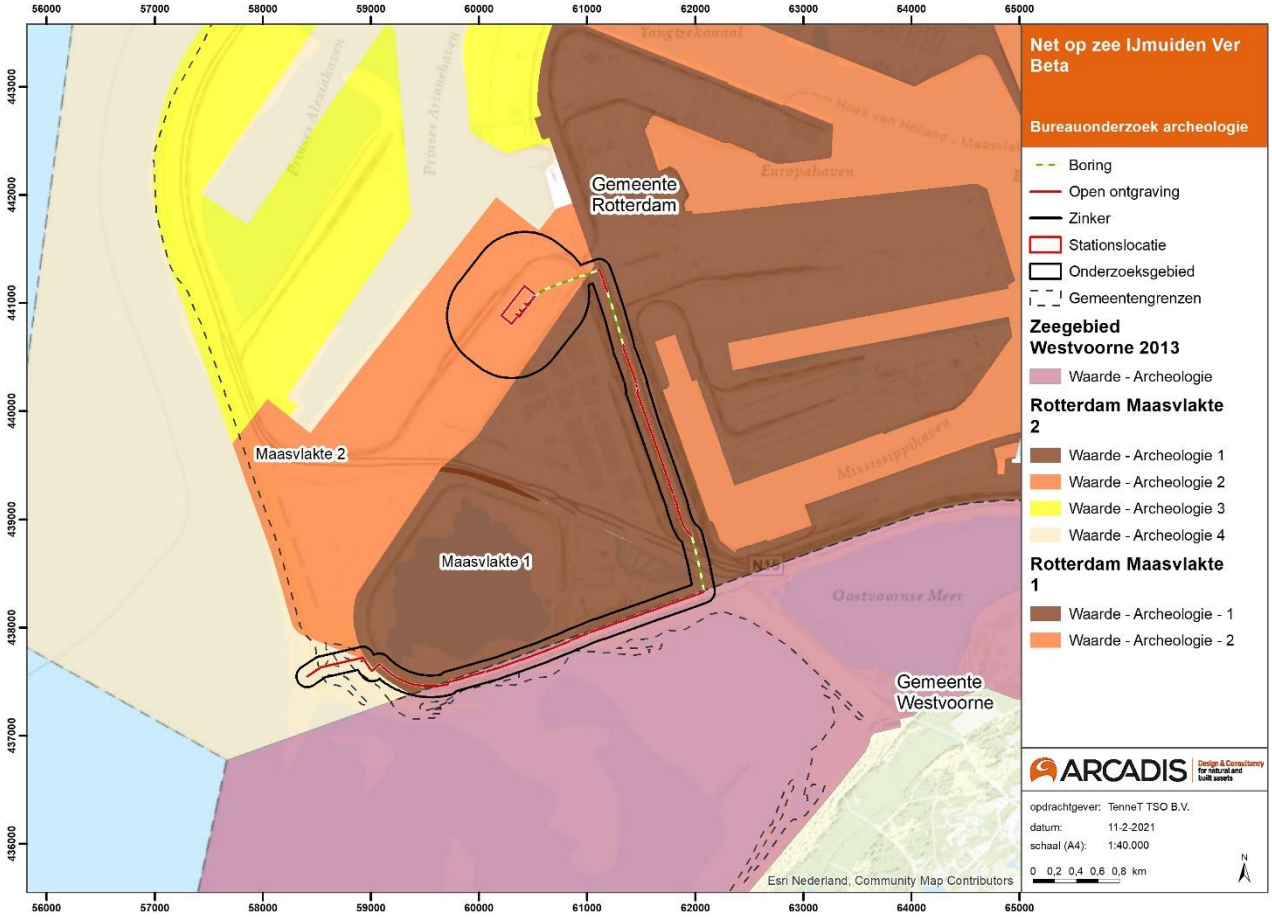
Figuur 8. Verwachtingskaart archeologie gemeente Rotterdam en gemeente Westvoorne.

Bestemmingsplannen gemeenten Rotterdam en Westvoorne

De locatie Maasvlakte ligt in de gemeente Rotterdam. Het plangebied ligt deels in Bestemmingsplan Maasvlakte 1 en deels in bestemmingsplan Maasvlakte 2. Binnen het plangebied komen 2 typen dubbelbestemming Archeologie voor, zie Figuur 9. Het beleid behorende bij deze dubbelbestemming staat beschreven in Tabel 3.

Een klein deel van het tracé bevindt zich in de gemeente Westvoorne. Het plangebied raakt hier de dubbelbestemming ‘Waarde – archeologie’ (Figuur 9).

In beide gemeenten worden de vrijstellingsgrenzen voor het uitvoeren van archeologisch onderzoek overschreden.



Figuur 9: Bestemmingsplan Maasvlakte 1, 2 en gemeente Westvoorne met de daar bijhorende dubbelbestemmingen Archeologie.

Dubbelbestemming	Beleid
Gemeente Rotterdam	
Dubbelbestemming Archeologie 1	Een omgevingsvergunning voor het bouwen van een bouwwerk met een oppervlakte van meer dan 200 m², dat in ongeroerde bodem dieper reikt dan 3 meter beneden NAP, wordt uitsluitend verleend indien een rapport beschikbaar is van een archeologisch deskundige waarin naar het oordeel van het bevoegd gezag de verwachte archeologische waarde van de dieper dan 3 meter beneden NAP te verstoren ongeroerde bodem in voldoende mate is vastgesteld.
Dubbelbestemming Archeologie 2	Een omgevingsvergunning voor het bouwen van een bouwwerk met een oppervlakte van meer dan 200 m², dat in ongeroerde bodem dieper reikt dan 7 meter beneden NAP, wordt uitsluitend verleend indien een rapport beschikbaar is van een archeologisch deskundige waarin naar het oordeel van het bevoegd gezag de verwachte archeologische waarde van de dieper dan 7 meter beneden NAP te verstoren ongeroerde bodem in voldoende mate is beschreven. Het rapport is ten minste gebaseerd op bureauonderzoek en reeds beschikbare informatie.
Gemeente Westvoorne	
Dubbelbestemming Waarde – Archeologie	Hier mogen alleen bouwwerken worden gebouwd met een bouwhoogte van ten hoogste 3 m. Er mag uitsluitend worden gebouwd indien de aanvrager van de bouwvergunning een rapport heeft overlegd waarin de archeologische waarde van de betrokken locatie naar het oordeel van burgemeester en wethouders in voldoende mate is vastgesteld. De betrokken archeologische waarden, gelet op dit rapport, door de bouwactiviteiten niet worden geschaad of mogelijke schade kan worden voorkomen door aan de bouwvergunning regels te verbinden, gericht op het behoud van de archeologische resten in de bodem, het doen van opgravingen dan wel het begeleiden van de bouwactiviteiten door een archeologische deskundige.
Dubbelbestemming Waarde – Archeologie, Specifieke vorm van waarde - 4	De regelgeving voor gebieden met een dubbelbestemming Waarde – Archeologie is niet van toepassing binnen de zone waarde – 4 indien graafwerkzaamheden niet dieper dan 3 m beneden NAP en zonder heiwerkzaamheden kan worden geplaatst of een oppervlakte beslaat van ten hoogste 200 m².
Dubbelbestemming Waarde – Archeologie, Specifieke vorm van waarde - 5	De regelgeving voor gebieden met een dubbelbestemming Waarde – Archeologie is niet van toepassing binnen de zone waarde – 5 indien graafwerkzaamheden niet dieper dan de onderwaterbodem of een oppervlakte beslaat van ten hoogste 200 m².

Tabel 3: Dubbelbestemmingen Archeologie Bestemmingsplannen Maasvlakte 1 en 2, gemeente Rotterdam en gemeente Westvoorne.

2 LANDSCHAP

2.1 Inleiding

De keuze voor een vestigingslocatie werd in het verleden in grote mate bepaald door de landschappelijke omgeving en de mogelijkheden die hierin geboden werden. De locatie was afhankelijk van de landschappelijke omstandigheden en voorwaarden veranderden gedurende de perioden.

Een relatief hoge plaats ten opzichte van de omgeving en beschikbaarheid van (stromend) water gold voor nagenoeg alle perioden als voorwaarde voor een vestigingslocatie. Gedurende de jager/verzamelaar periode (tot en met het Neolithicum) was echter met name de beschikbaarheid van natuurlijke voedselbronnen van belang, terwijl de landbouwers (vanaf de Bronstijd tot en met de Late Middeleeuwen) de voorkeur hadden voor de aanwezigheid van vruchtbare gronden voor akkerbouw. De geologische, geomorfologische en bodemkundige situaties zijn daarom van belang voor het opstellen van een gespecificeerde archeologische verwachting.

2.2 Landschappelijke ontwikkeling

2.2.1 Geologie

Het plangebied maakt deel uit van de eerste en tweede Maasvlakte bij Rotterdam. Voor de aanleg van de eerste en tweede Maasvlakte is veel zand opgespoten. Boringen tonen dat de eerste 20 meter grond bestaat uit een antropogene zandlaag (Dinoloket). Daaronder komen afzettingen uit het Weichselien en het Vroeg Holoceen voor.

Gedurende de laatste ijstijd (Weichselien van ca. 115.000 tot 11.755 jaar geleden) stond de zeespiegel veel lager en lag de Noordzee langdurig droog. In deze periode was de Maasvlakte onderdeel van een vlechtend riviersysteem van wat nu de Rijn en Maas is. Dit riviersysteem heeft in een brede vlakte een dal uitgesleten en een dik pakket zand en grind afgezet. Deze hoofdzakelijk grindrijke, grofzandige afzettingen worden tot de Formatie van Kreftenheye gerekend en bevinden zich ter plaatse van de Maasvlakte in de diepere ondergrond (Koeman *et al.* 2016; Figuur 11). Tussen het moment dat de Maasvlakte droog ligt (9000 v. Chr.) en het moment dat het onder water is gelopen (5500 v. Chr.; Figuur 12) vinden verschillende ontwikkelingen plaats, die hieronder kort beschreven worden.

Aan het begin van het Holoceen (Preboreaal) worden de lagere delen van de riviervlakte bij hoge rivierwaterstanden incidenteel overstroomd en wordt op deze plekken klei afgezet, dat tot de Laag van Wijchen behoort (Formatie van Kreftenheye). Ook kon vanuit de vaak geheel of gedeeltelijk droogliggende, brede en ondiepe rivierbedding verstuiving optreden, waardoor langs de rivier zogenaamde rivierduinen werden gevormd, deze worden ook wel donken genoemd (Berendsen, 2004). Ter plaatse van de Maasvlakte liggen rivierduinen in de ondergrond die dateren uit het begin van het Holoceen (preboreale tot begin boreale ouderdom; Moree en Sier 2014). Door de zeespiegelstijging nam daarna de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. In het eerste deel van het Boreaal (rond 8.400 voor Chr.) staken de rivierduinen in het gebied nog meters hoog boven de riviervlakte uit. De inschatting is dat de duintoppen 4 tot 6 meter hoger waren dan de omgeving, waarbij de hoogste toppen tot mogelijk 15 m –NAP reikten. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatiger overstroomde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta is ter plaatse van de Maasvlakte gedateerd in de periode 7.250 – 6.500 v. Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied veranderde toen van een voor de mens bewoonbaar drassig terrestrisch landschap, naar een verdronken onderwaterbodem landschap waarbij de kustlijn steeds meer landinwaarts kwam te liggen. Tijdens die verdrinking op de overgang naar het Midden-Holoceen, en in de periode daarna onder water, zijn de rivier-, duin- en deltaïsche afzettingen plaatselijk geërodeerd. Buiten de toppen van de duinen blijkt het vroeg holocene bodemoppervlak in de Maasvlakte over grote oppervlakten echter bewaard te zijn gebleven, zoals het geval in het onderzoek bij de Yangtzeehaven (Moree en Sier 2016).

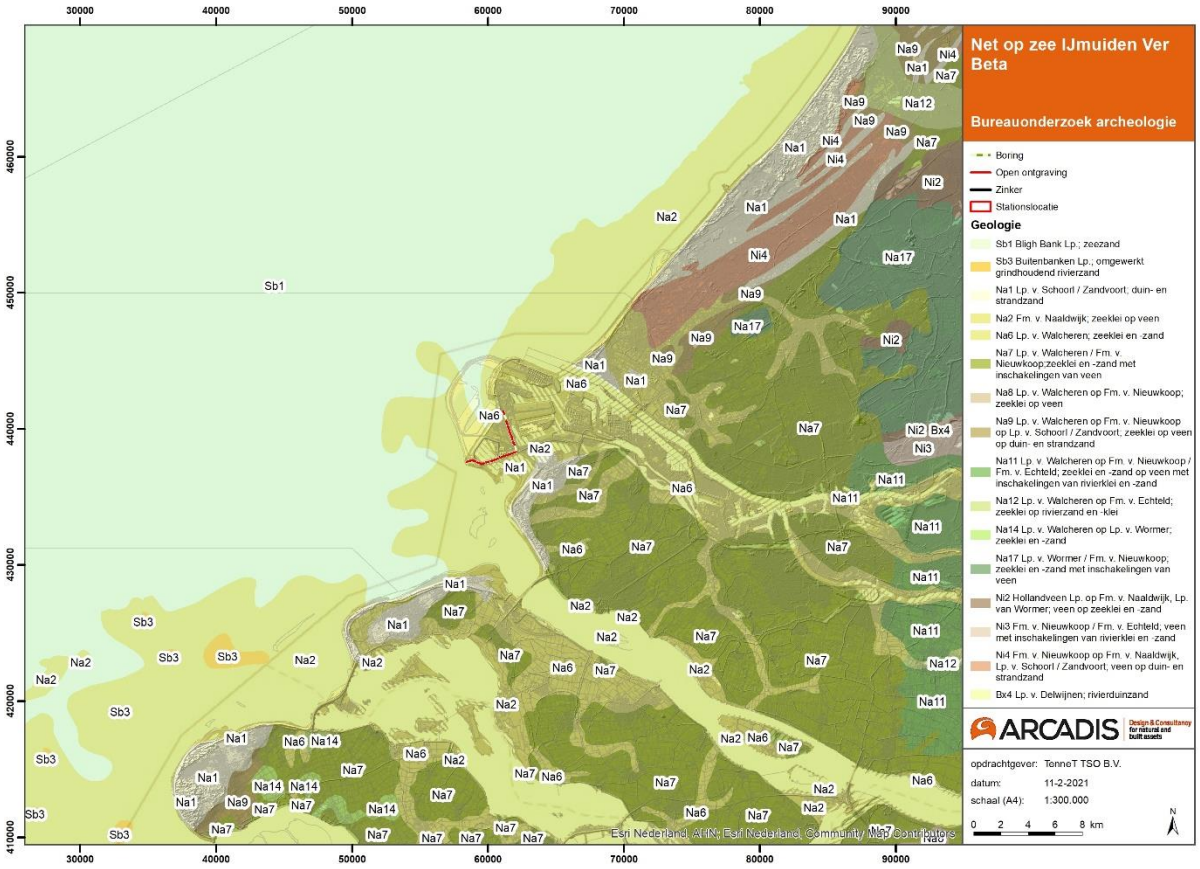
Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waarbij de Maasvlakte continu onder water stond (Figuur 12 en Figuur 13). Op deze zogenoemde transgressieve sedimenten ligt een complex van veel jongere mariene zeezanden en zand-klei gelaagde afzettingen behorend tot de Southern Bight Formatie, Bligh Bank Laagpakket (SBBL). Deze zijn veelal in het Subatlanticum afgezet, vanaf 500 voor Chr.

2.2.1.1 Geologische setting plangebied

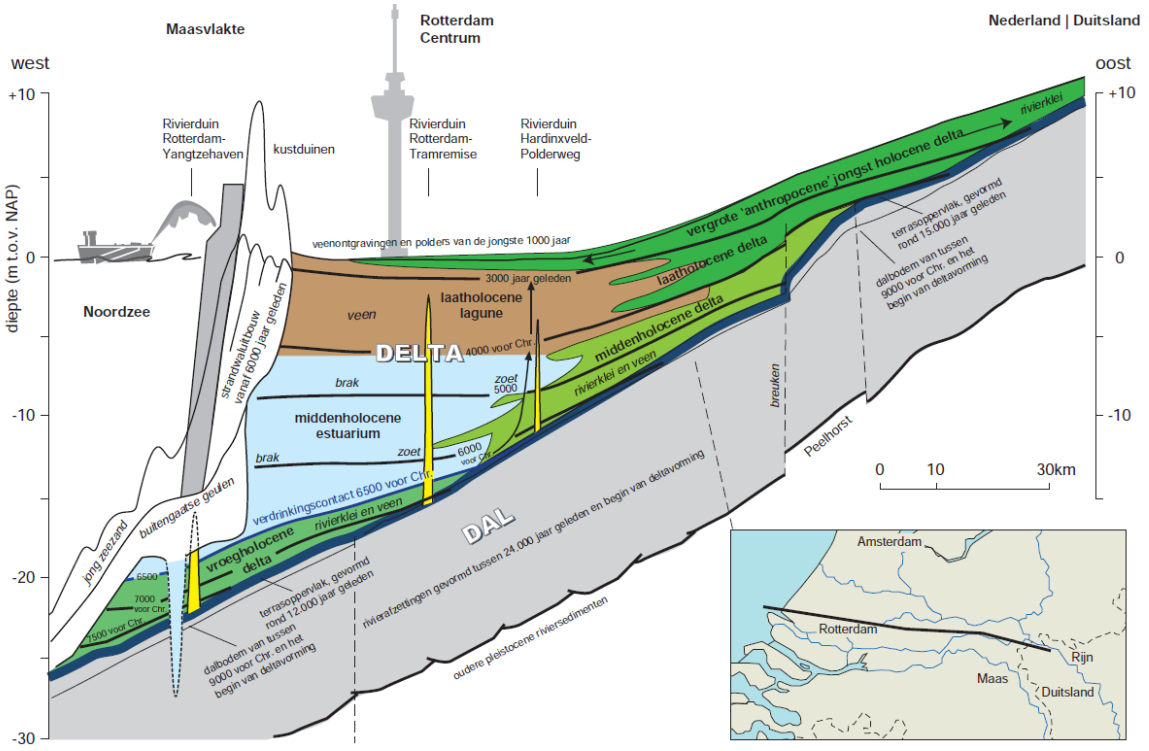
Het plangebied bevindt zich op de geologische overzichtskaart (Figuur 10) binnen de zones Sb1 Bligh Bank Lp. (zeezand), Na6 Lp. v. Walcheren (zeeklei en -zand) en Na2 Fm. v. Naaldwijk (zeeklei en -zand). Dit komt ook overeen met de gegevens afkomstig van een boring in de nabijheid van het plangebied en grotendeels op de Paleogeografische kaarten (Figuur 12 en Figuur 13). De diepere ondergrond onder het plangebied bestaat uit zand (Formatie van Kreftenheye). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye op 40,00 – 25,00 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Dit overstroomde vervolgens en er werd daarbij klei afgezet (Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen op 25,00 – 24,22 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Dit vernatte vervolgens vanaf circa 8400 v. Chr. en er begon veengroei plaats te vinden, behorend tot de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag. Nabij het plangebied wordt de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag op 24,22 – 23,80 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Vervolgens kwam het plangebied in het stroomgebied van een getijderivier/delta te liggen vanaf circa 7250 v. Chr. behorende tot het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk). Nabij het plangebied wordt het Laagpakket van Wormer op 23,80 – 21,00 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Vanaf 5500 v.Chr. ligt het gehele plangebied in zee, er werden mariene zeezanden en zand-klei gelaagde afzettingen behorend tot de Southern Bight Formatie, Bligh Bank Laagpakket (SBBL) afgezet. Deze zijn veelal in het Subatlanticum afgezet, vanaf 500 voor Chr. Vervolgens is dit stuk vanaf 1960 opgespoten met zand om de Maasvlakte aan te leggen. Deze antropogene afzettingen zijn nabij het plangebied aangetroffen vanaf 21,00 m – NAP (DINO-loket, B37A0324).

Tabel 4. Boorpunt B37A0324 direct ten oosten van het plangebied (DINO-loket).

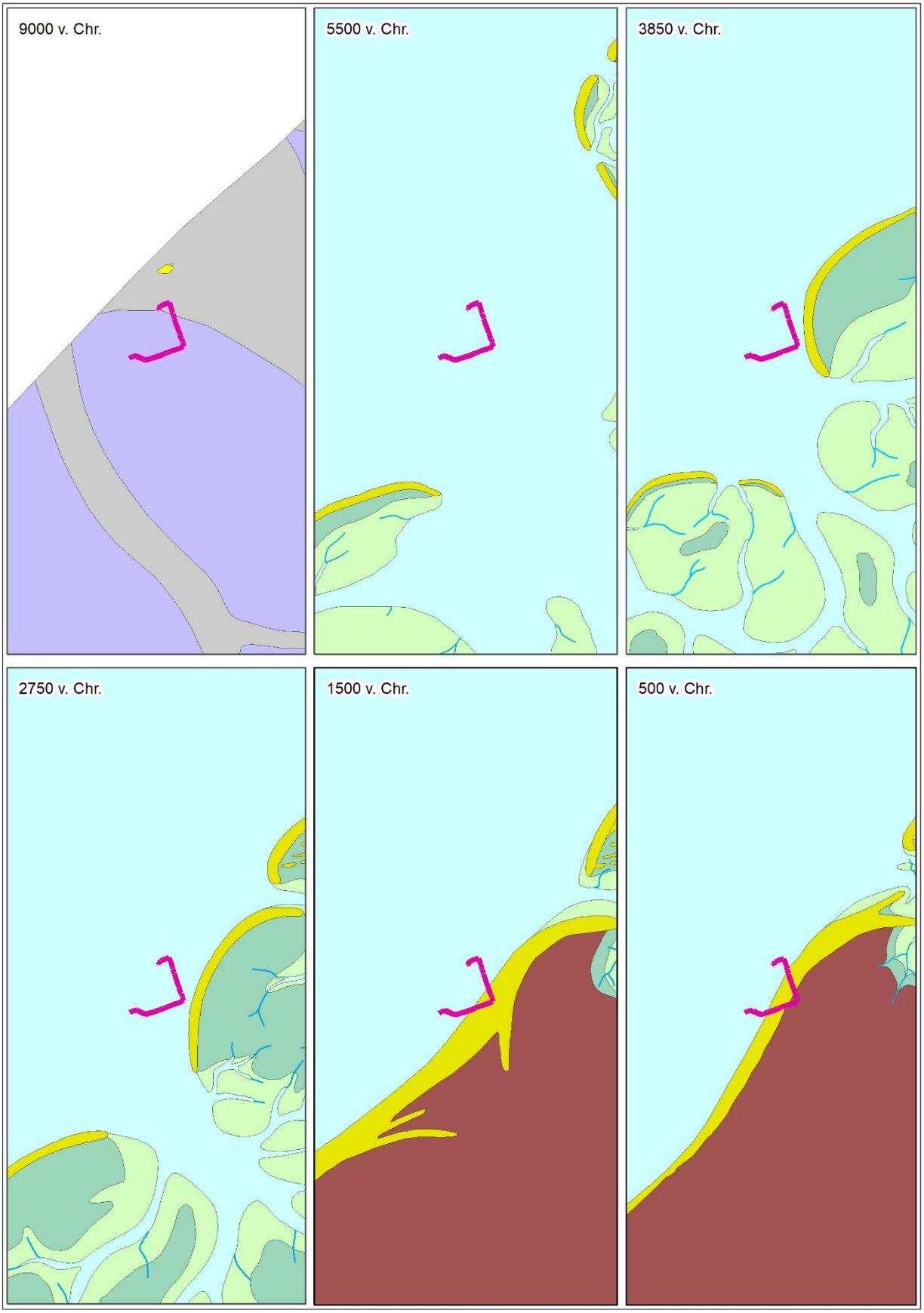
Boorpunt Identificatie nr.	Lithostratigrafie	Diepteligging pakket (m - Mv.)	Diepteligging pakket (m - NAP)
B37A0324	Antropogene afzettingen	0.00 – - 24.00 m	3.00 – - 21.00 m
	Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer	- 24.00 – - 26.80 m -	-21.00 – - 23.80 m
	Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag	- 26.80 – - 27.22 m	-23.80 – - 24.22 m
	Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen	- 27.22 – - 28.00 m	-24.22 – - 25.00 m
	Formatie van Kreftenheye	- 28.00 – - 43.00 m	-25.00 – - 40.00 m



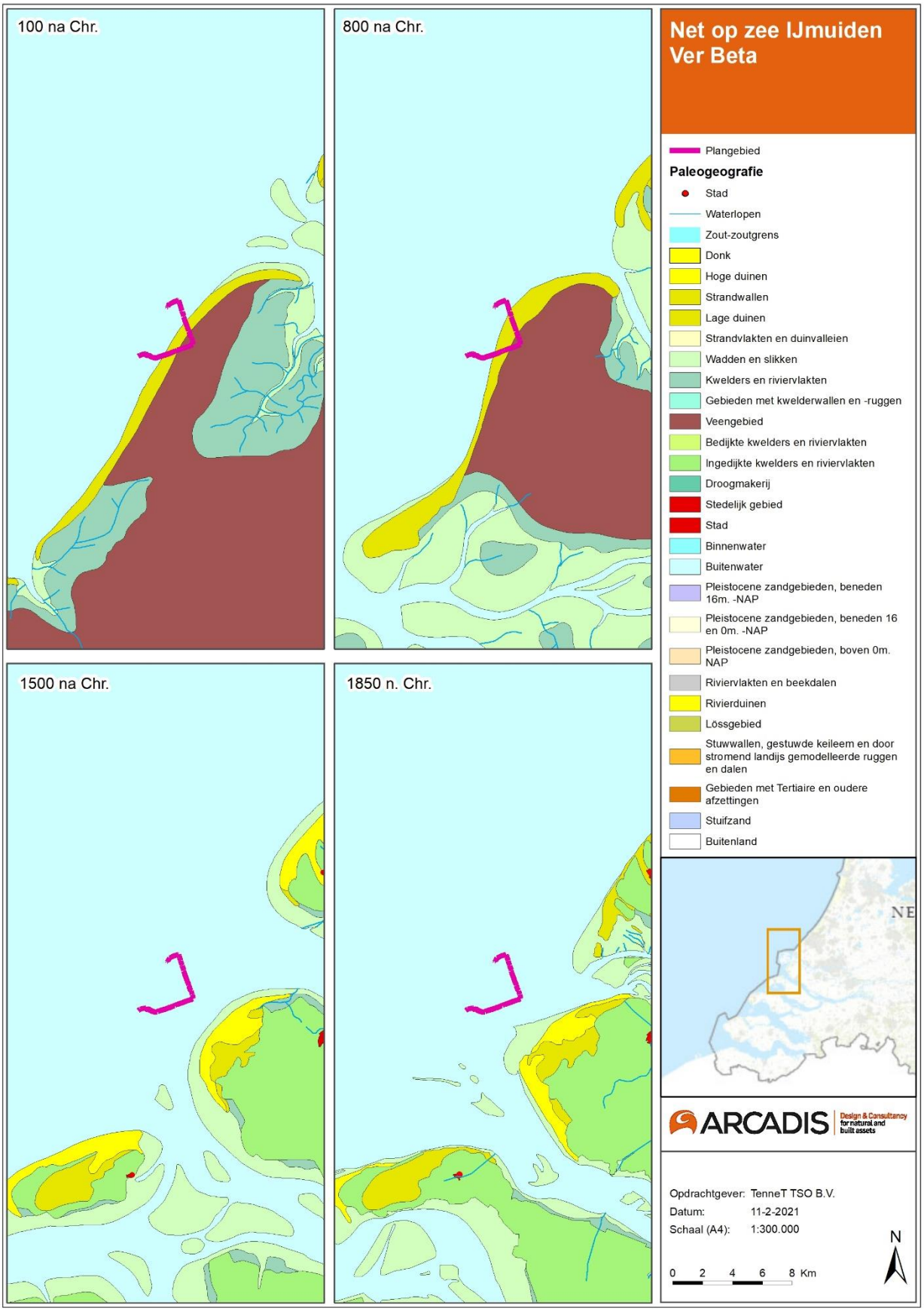
Figuur 10. Geologische kaart.



Figuur 11. Schematische geologische doorsnede van de Rijn-Maasdelta, met tijdlijnen van grondwaterspiegelstijging en verdrinking (Moree en Sier 2014).



Figuur 12: Het plangebied op de paleogeografische kaartenreeks (Vos e.a. 2018).



Figuur 13: Het plangebied op de paleogeografische kaartenreeks (Vos e.a. 2018).

2.2.2 Landschap en bewoningsmogelijkheden

De geologische ontwikkelingen in het Holoceen hebben in geomorfologisch opzicht geleid tot de vorming van een kwelderlandschap dat is ontstaan onder invloed van getijdenwerking en sedimentatie. Veenvorming, fluviatiele processen en menselijk ingrijpen hebben het landschap gevormd. De hogere strandwallen, rivierduinen en oeverwallen waren goede plaatsen voor bewoning in het verleden en zijn tegenwoordig locaties waar archeologische resten verwacht kunnen worden. De lagere en nattere komgebieden boden minder goede kansen voor bewoning. In deze zones is de trefkans op archeologische waarden dan ook lager.

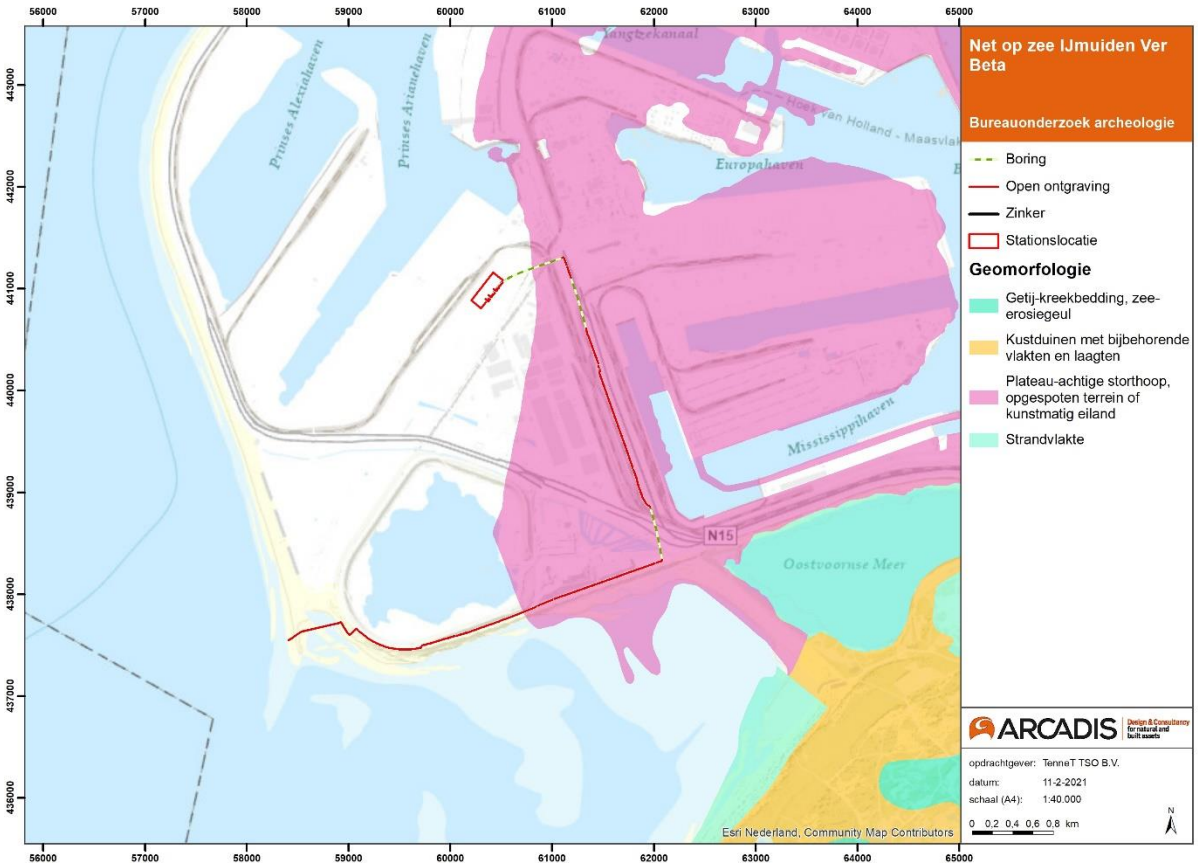
De top van het pleistocene dekzand bevindt zich tegenwoordig op 25,00 m – NAP (- 28.00 m – Mv). Theoretisch kunnen sporen en resten uit het Laat Paleolithicum en/of het Mesolithicum, de periode van de jagers-verzamelaars, aanwezig zijn op het dekzand of op de rivierduinen.

De Maasvlakte ligt droog tussen 9000 v. Chr. en 5500 v. Chr., daarna overstroomt het en ligt het onderwater.

2.3 Geomorfologie

Het plangebied bevindt zich binnen een plateau-achtige storthoop, opgespoten terrein of kunstmatig eiland (Figuur 14).

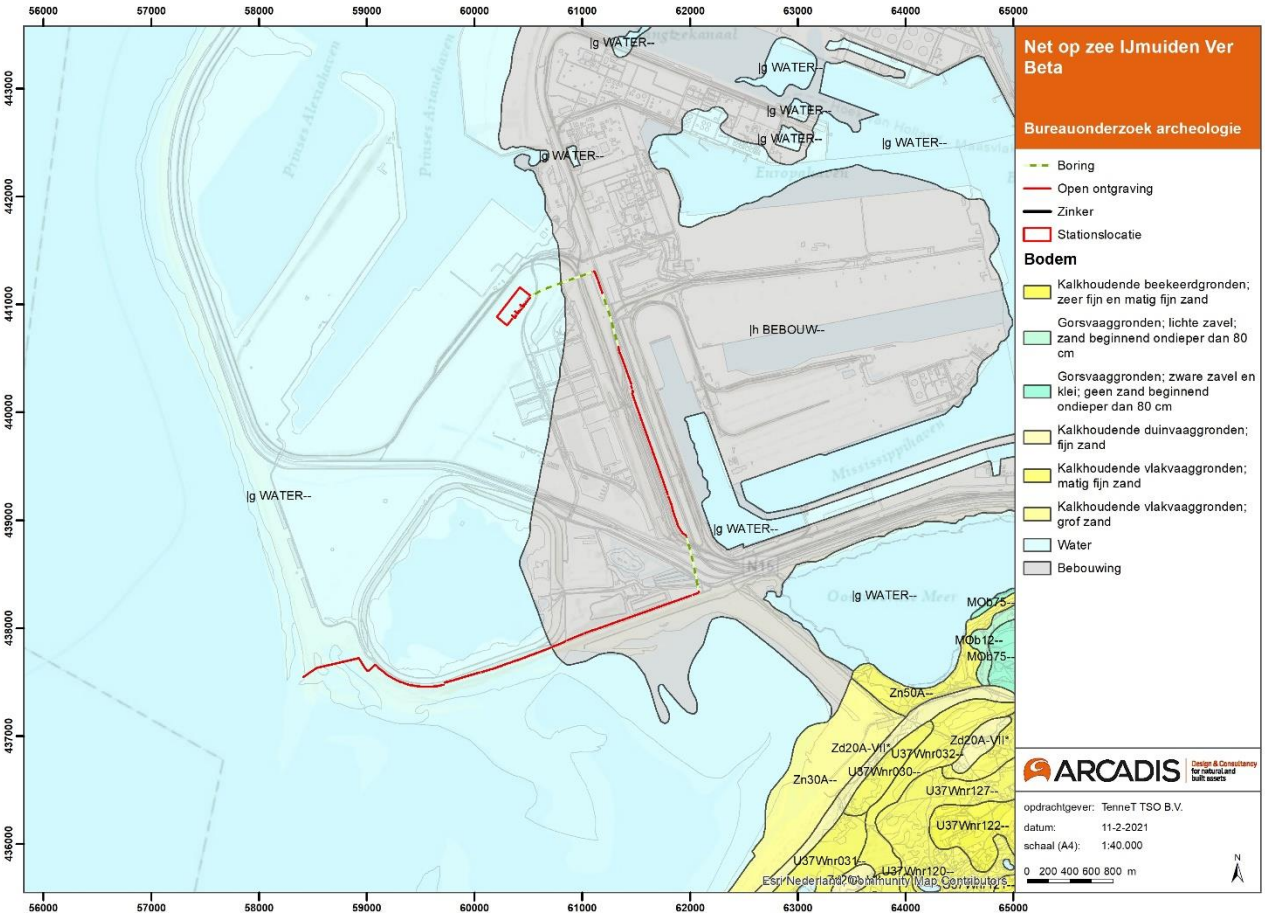
Voor processen die bij het ontstaan van dit landschap een rol hebben gespeeld, wordt verwezen naar paragraaf 2.2 (landschappelijke ontwikkeling).



Figuur 14. Geomorfologische kaart plangebieden Maasvlakte.

2.4 Bodem

De Bodemkaart geeft voor het plangebied weinig gegevens (Figuur 15). Voor het plangebied beperkt de bodeminformatie zich tot bebouwing of water.



Figuur 15. Bodemkaart plangebied Maasvlakte.

2.5 Verstoringen

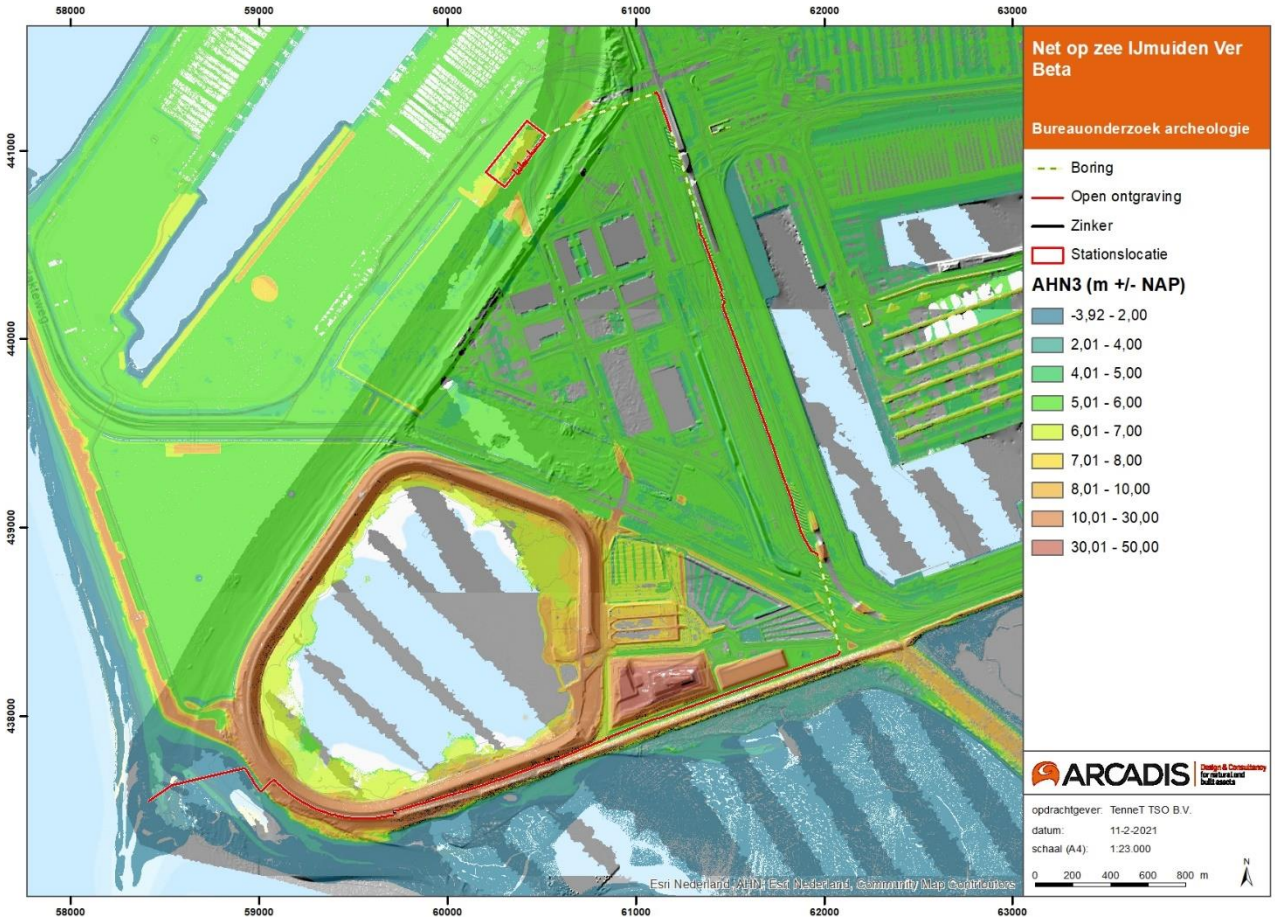
Verstoringen van de bodem hebben invloed op de kans van het aantreffen van intacte archeologische resten. Met informatie over verstoringen kunnen maatregelen mogelijk worden aangepast om onverstoorde gronden te ontzien van ingrepen. De diepte van de verstoring en de verwachte diepte van archeologische resten kunnen worden meegenomen in de afweging of archeologisch vervolgonderzoek noodzakelijk is.

Het plangebied ligt op de Tweede Maasvlakte, de bovenste 20 meter van de ondergrond is zeker antropogeen.

2.6 Hoogtebestand AHN

Het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN) geeft de precieze en gedetailleerde maaiveldhoogtes van Nederland in meters ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil (NAP). De maaiveldhoogtes worden in een kleurenschaal weergegeven.

Het gehele plangebied op de Maasvlakte ligt op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m boven NAP (zie Figuur 16). Zoals al is aangegeven eerder in dit hoofdstuk is de grond binnen het plangebied Maasvlakte opgehoogd met circa 20 m. De groei en ontwikkeling van de Maasvlakte is te volgen in de ontwikkeling en opnames van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Het AHN3 ter plaatse van de Maasvlakte ingemeten in het eerste kwartaal van 2017. Het AHN2 is ingewonnen tussen 2007 en 2012.



Figuur 16. Het plangebied Maasvlakte op het AHN3, ingewonnen in 2017.

2.7 Grondwater

Het grondwaterpeil bepaalt voor een groot deel de mate van conservering van archeologische waarden in de bodem. Archeologische resten die zich onder de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bevinden worden door het water tegen degradatie beschermd. Vooral organische resten blijven in een natte omgeving veelal goed geconserveerd. Resten die boven de GLG liggen raken in de loop van de tijd steeds ernstiger aangetast door verdroging en oxidatie. Wanneer de grondwaterstand door verstoringen verandert kan dat ernstige gevolgen hebben voor het in de bodem aanwezige bodemarchief. Diepte en dynamiek van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld wordt aangeduid met de term grondwatertrappen (Gt). Grondwatertrappen worden op de bodemkaart van nat naar droog aangeduid met de Romeinse cijfers I-VII en zijn gebaseerd op de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand (afgekort met GHG en GLG). Onderstaande tabel geeft een overzicht van de indeling van de grondwatertrappen met bijbehorende grondwaterstanden.

Tabel 5. Grondwatertrappen.

Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in cm beneden maaiveld	(<20)	(<40)	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG in cm beneden maaiveld	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)

Er zijn geen grondwatertrappen beschikbaar voor het plangebied.

2.8 Synthese landschap

Het landschap in het plangebied Maasvlakte is in het verleden grotendeels gevormd onder invloed van de zee. Gedurende het Weichselien lag het gebied in het estuarium van de Rijn en Maas rivieren. Door de zeespiegelstijging in het Holoceen nam de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatiger overstroomde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta vond plaats in de periode 7.250 – 6.500 v.Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied transformeerde toen van een drassig terrestrisch landschap naar een verdronken onderwaterbodem landschap waarbij de kustlijn meer landinwaarts kwam te liggen. Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waardoor de Maasvlakte continu onder water stond. Voor de aanleg van de Maasvlakte is vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw circa 20 m zand opgespoten waardoor deze op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m + NAP ligt.

3 HISTORIE

3.1 Inleiding

De historie van een onderzoeksgebied speelt een grote rol bij het bepalen van de archeologische verwachting. Historische bronnen verschaffen informatie over de ontwikkelingen in het onderzoeksgebied. Voor de negentiende en twintigste eeuw zijn de ontwikkelingen eenvoudig te achterhalen door historisch kaartmateriaal te onderzoeken. Kaarten worden met een relatief grote regelmaat geproduceerd, en laten de ontwikkeling van een landschap nauwkeurig zien.

3.2 Historische informatie

In de ontwikkeling door tijd wordt verwezen naar historische kaarten, die hieronder zijn afgebeeld. Op de historische kaart van 1900 bevindt het plangebied en het tracé zich in de Noordzee (Figuur 18). Ook op de historische kaart van 1950 zijn de plangebieden en tracé omgeven door water. De naam 'Maasvlakte' is ingetekend op de landkaart en verwijst naar een mogelijke zandplaat. Ook is er een zandplaat genaamd 'Bollen'. Onderstaande tekst is afkomstig uit BOORrapporten 651 (Waldus en Ploegaert 2020):

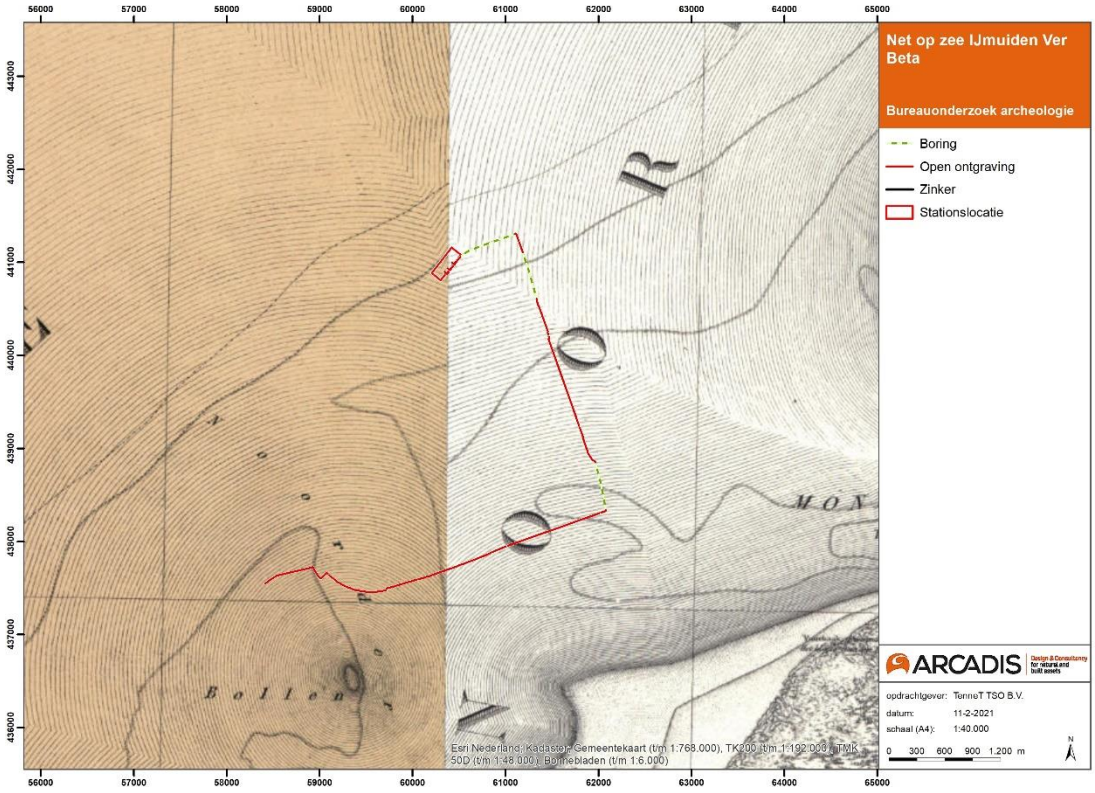
In het kader van de aanleg van de grootschalige locatie van baggerspecie uit het benedenrivierengebied ter hoogte van de Slufter, is een historisch-geografisch onderzoek verricht (Hofland 1986a). In dit zeer uitgebreide onderzoek is aan de hand van kaartmateriaal en schriftelijke mededelingen het geulenpatroon gereconstrueerd en het verloop van de oude vaarroutes vastgesteld. Samenvattend kan de ontwikkeling van de vaarroutes als volgt worden beschreven.
Een verantwoorde reconstructie is pas mogelijk voor de periode vanaf circa 1540. Aan het eind van de 16e eeuw hadden de gangbare vaarroutes op de ondiepste plaatsen bij laag water slechts twee vadem diepte (± 3,60 meter). Halverwege de 16e eeuw waren er twee routes, die min of meer langs de kusten van 's Gravenzande en Voorne liepen (Hofland 1986a; Hofland 1986b). De zuidelijke toegang tot de Maas was de belangrijkste. In de tweede helft van de 16e eeuw kwam hier verandering in. Een vrij brede geul, genaamd het "Nieuwe gatt', doorkruiste de brede zandbank en kreeg al gauw een diepte van drie à vier vadem. Door aanslibbing van de Westplaat schoof de zuidelijke route in noordelijke richting op en vond zij aansluiting bij het 'Nieuwe gatt'. Aan het begin van de 17e eeuw wijzigde de situatie in het Maasmondgebied geregeld, zonder dat de zuidelijke route in gevaar kwam. Voor korte tijd had ook de noordelijke toegang een goede vaardiepte, maar door overvloedige sedimentatie vormde zich al snel een haakwal die zich in de loop van de 17e eeuw verder ontwikkelde. De noordelijke vaargeul, die in 1623 bekend stond als Everskil, verplaatste zich als gevolg hiervan steeds verder zuidwaarts en was ondanks markering van de vaargeul met tonnen van ondergeschikt belang. In de loop van de 18e en het begin van de 19e eeuw verlegde de zuidelijke vaargeul zich naar het zuiden. Tegelijkertijd breidde ook de haakwal De Beer zich in zuidelijke richting uit. Door de uitbreiding van De Beer vernauwde de Maasmond. Hierdoor nam de stroomsnelheid toe hetgeen ertoe leidde dat de stroomgeulen dieper werden uitgeschuurd. Terwijl ter hoogte van 'De Pit' de vaargeulen werden uitgediept, liep de waterdiepte vlak voor de kust bedenkelijk terug.

Een gevolg van de verzanding van de Maasmonding was dat in het begin van de 19e eeuw schepen die vanaf zee naar Rotterdam wilden, een forse omweg moesten maken via onder andere het Haringvliet en de Dordtsche Kil. Door de aanleg in het begin van de 19e eeuw van het Kanaal door Voorne, tussen de kort na 1600 ontstane marinehaven Hellevoetsluis bij het Haringvliet en het in de jaren zestig van de vorige eeuw door Europoort opgeslokte gehucht Nieuwesluis aan de Brielse Maas, kreeg Rotterdam een kortere verbinding met de zee. Het kanaal kwam in 1829 gereed en werd rond 1960 bij de aanleg van het Hartelkanaal ter hoogte van Heenvliet afgedamd. Ondanks de lastige bereikbaarheid was Rotterdam halverwege de 19e eeuw al een van de grootste havensteden geworden. Dit kwam onder meer door het grote aandeel in de doorvoer van goederen naar Duitsland en Engeland.

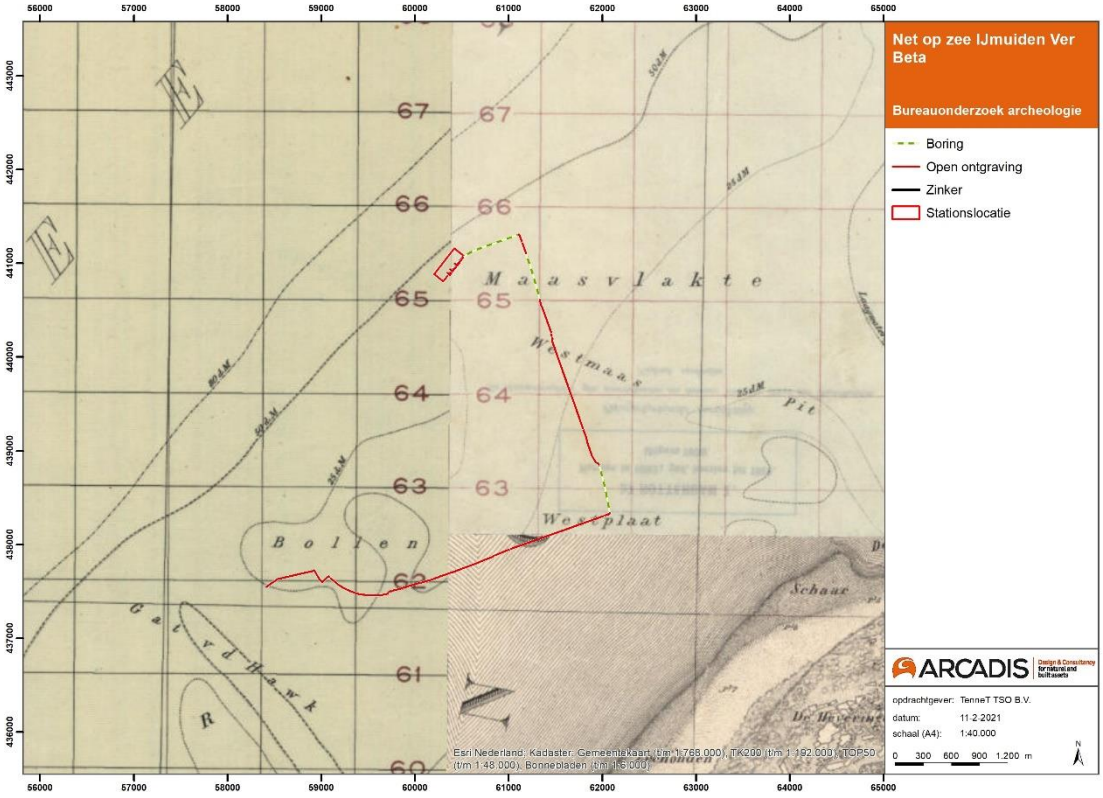
Na deze periode start de planvorming voor uitbreidingen van de havens van Rotterdam. Mede doordat de schepen groter worden en de Nieuwe Waterweg qua breedte en diepte niet toereikend zou zijn, zijn in de jaren '60 de ideeën om aan de voorkant van de Europoort nieuw land te creëren voor deze overslagplaatsen serieus geworden. Eind jaren '60 wordt gestart met de bouw van de eerste Maasvlakte. Op de historische kaart van 1970 is de aanleg van Maasvlakte 1 begonnen (Figuur 16). Op de historische kaart van 1990 is het eindresultaat van Maasvlakte 1 ingetekend; waar de infrastructuur is te zien, samen met de eerste industrie. Aan de zeezijde zijn er stranden om de Maasvlakte te beschermen (Figuur 17). In 2008 is gestart met de aanleg van de Tweede Maasvlakte, deze werd in 2013 in gebruik genomen (Figuur 23 en Figuur 24).



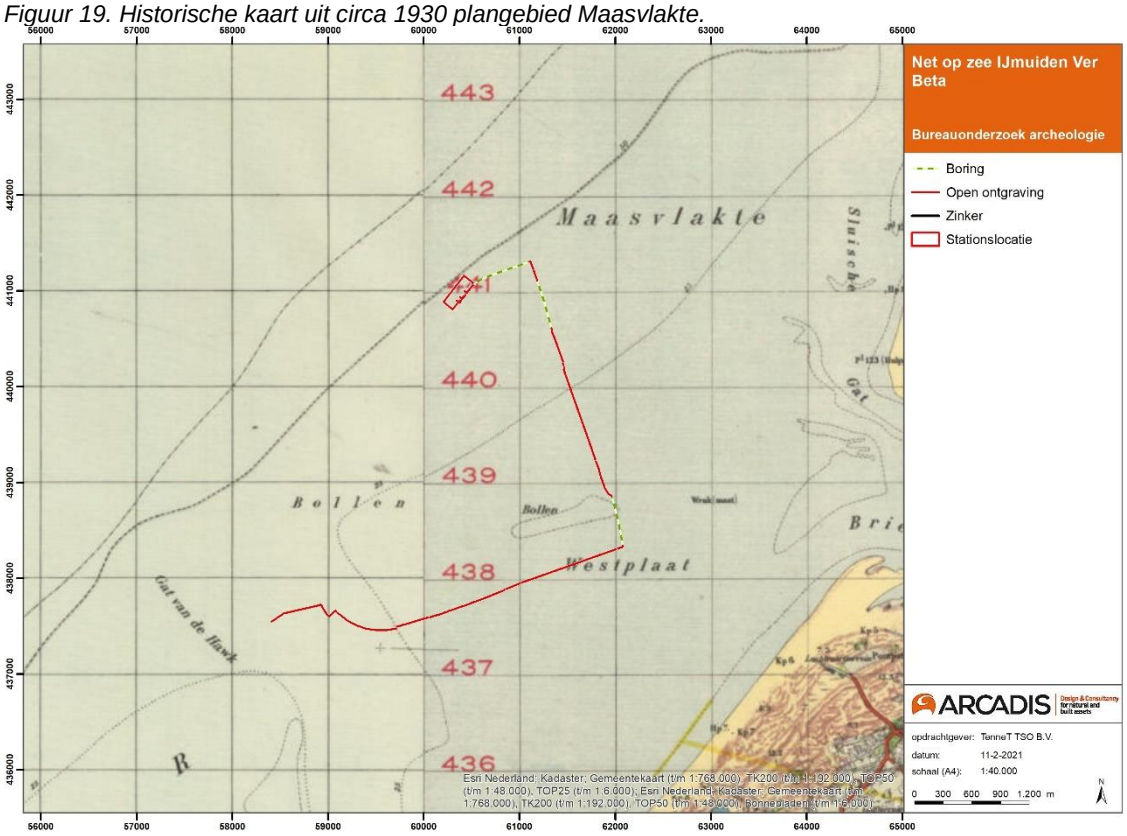
Figuur 17. Historische kaart uit circa 1850 plangebied Maasvlakte.



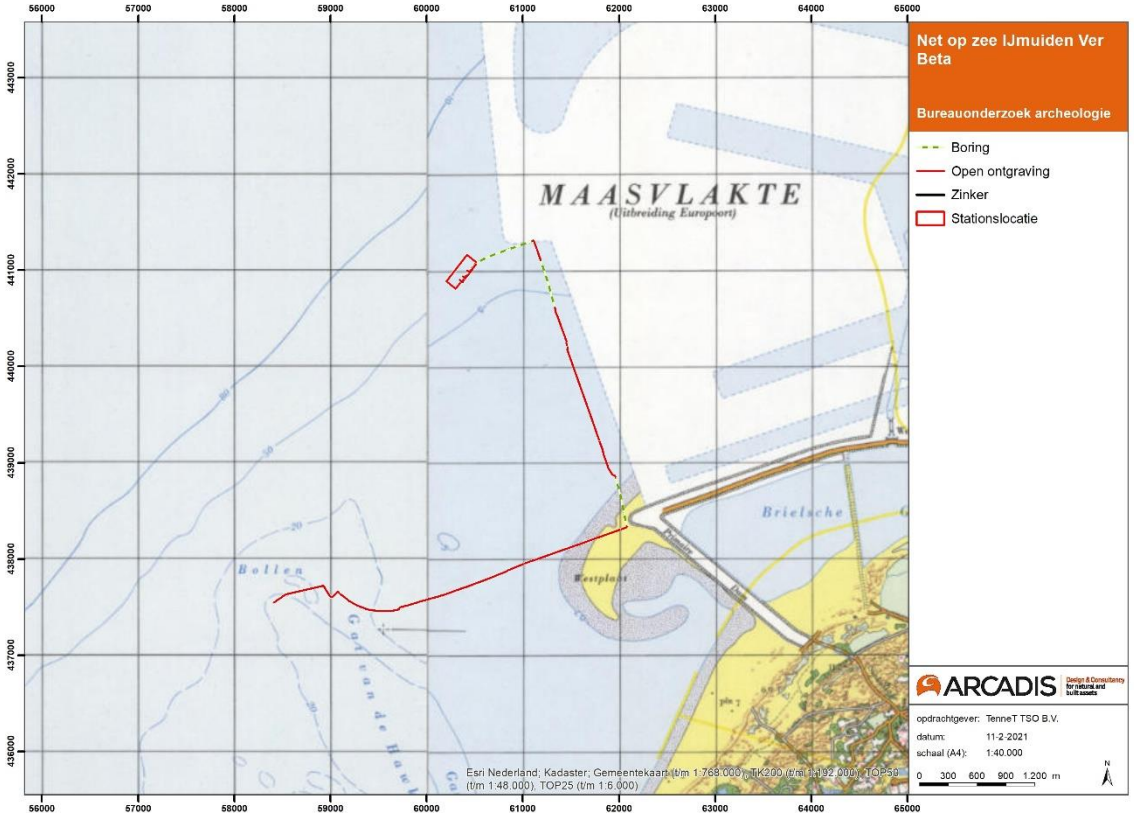
Figuur 18. Historische kaart uit circa 1900 plangebied Maasvlakte.



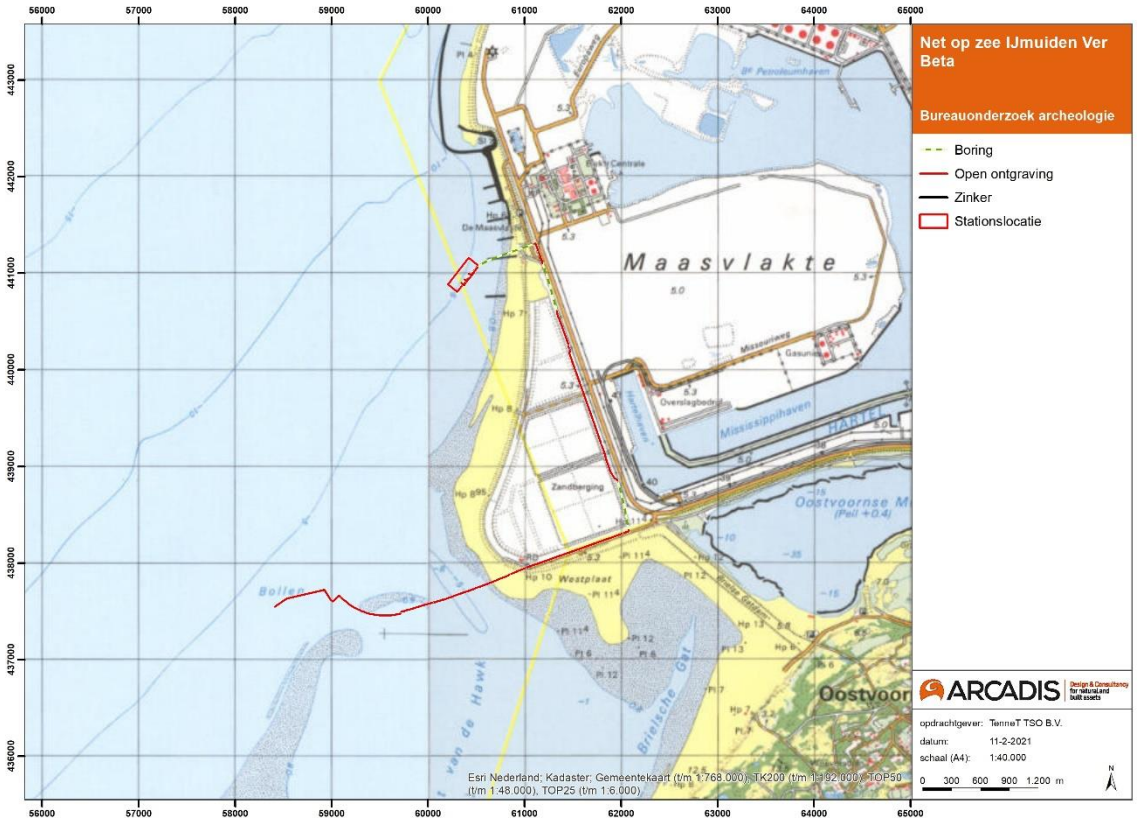
Figuur 19. Historische kaart uit circa 1930 plangebied Maasvlakte.



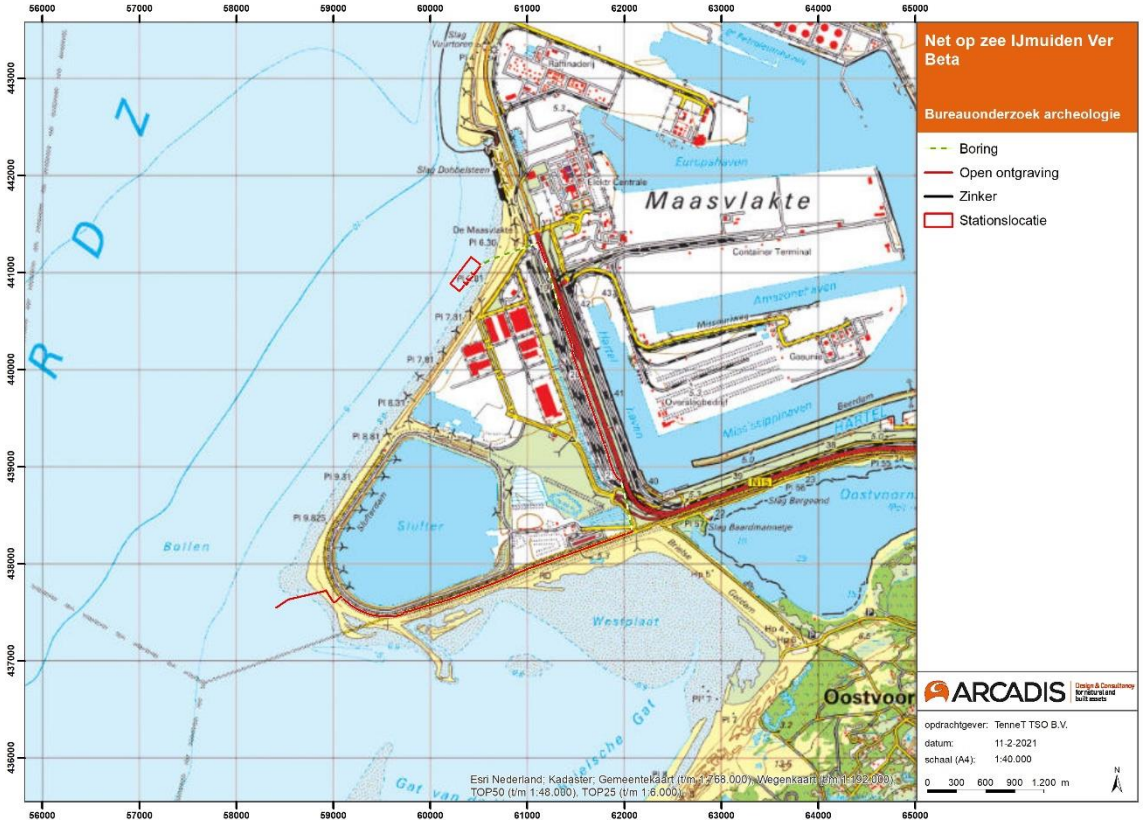
Figuur 20. Historische kaart uit circa 1950 plangebied Maasvlakte.



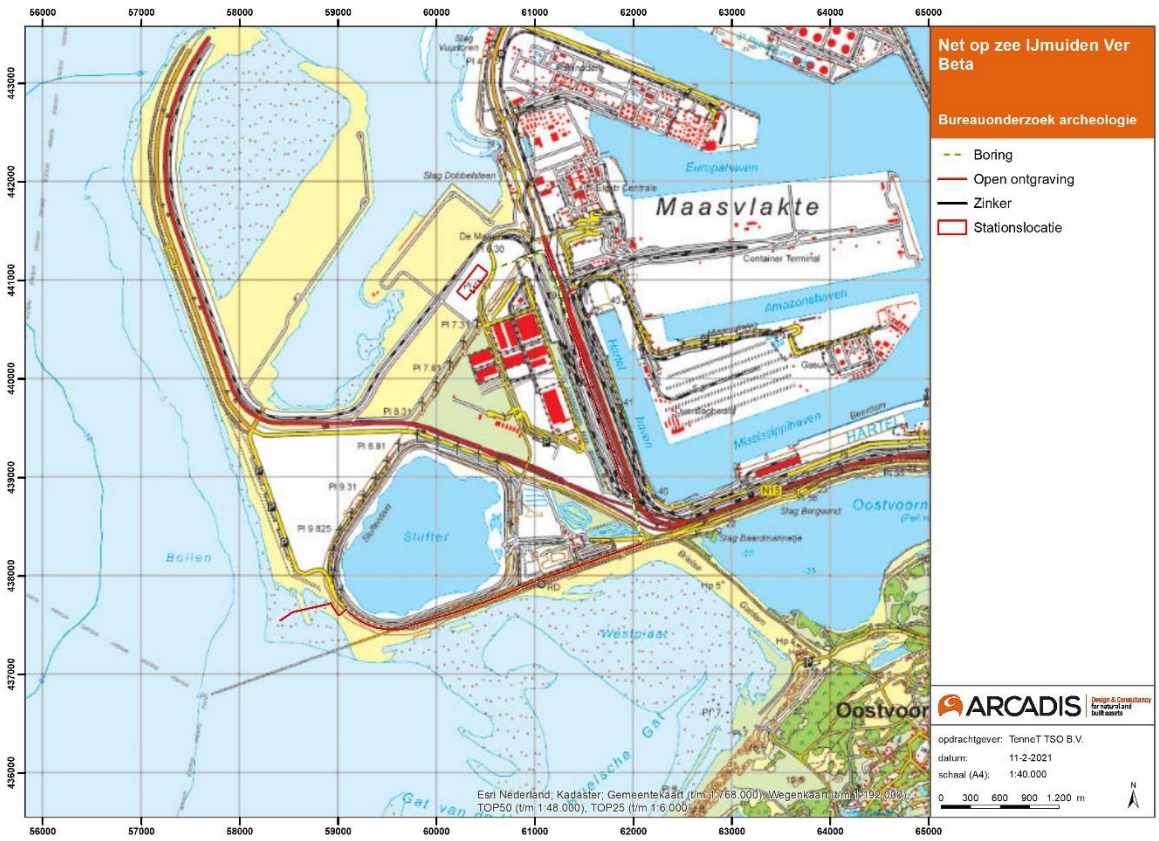
Figuur 21. Topografische kaart uit 1970 plangebied Maasvlakte.



Figuur 22. Topografische kaart uit 1990 plangebied Maasvlakte.



Figuur 23 Topografische kaart uit 2010, plangebied Maasvlakte.



Figuur 24 Topografische kaart uit 2012, plangebied Maasvlakte.

4 ARCHEOLOGISCHE INFORMATIE

4.1 Inleiding

Om een archeologische verwachting voor een gebied op te kunnen stellen, is eerst kennis nodig van de reeds bekende archeologische waarden en van de verwachting die voor het gebied geldt. In dit hoofdstuk worden de bekende archeologische waarden en verwachtingen aan de hand van verschillende bronnen beschreven.

Tabel 6. Archeologische perioden (bron: ABR).

Periode	Begin	Einde
Nieuwe Tijd	1500	Heden
Late Middeleeuwen	1050	1500
Vroege Middeleeuwen	450	1050
Romeinse Tijd	12 v. Chr.	450
IJzertijd	800 v. Chr.	12 v. Chr.
Bronstijd	2.000 v. Chr.	800 v. Chr.
Neolithicum	5.300 v. Chr.	2.000 v. Chr.
Mesolithicum	8.800 v. Chr.	4.900 v. Chr.
Laat Paleolithicum	35.000 v. Chr.	8.800 v. Chr.
Midden Paleolithicum	300.000 v. Chr.	35.000 v. Chr.

4.2 Gemeentelijk archeologiebeleid

Het gemeentelijk beleid toetst ingrepen aan een vastgesteld bestemmingsplan met archeologieparagraaf. Voor de gemeente Rotterdam zijn er de bestemmingsplannen Maasvlakte 1 en Maasvlakte 2, voor Westvoorne is er het bestemmingsplan Westvoorne Zeegebied.

Volgens het bestemmingsplan zijn er op Maasvlakte 2 archeologische waarden te verwachten dieper dan 7 meter beneden NAP (Figuur 9). Op Maasvlakte 1 dieper dan 3 meter beneden NAP en Westvoorne vanaf 3 meter beneden maaiveld en dieper dan de huidige onderwaterbodem.

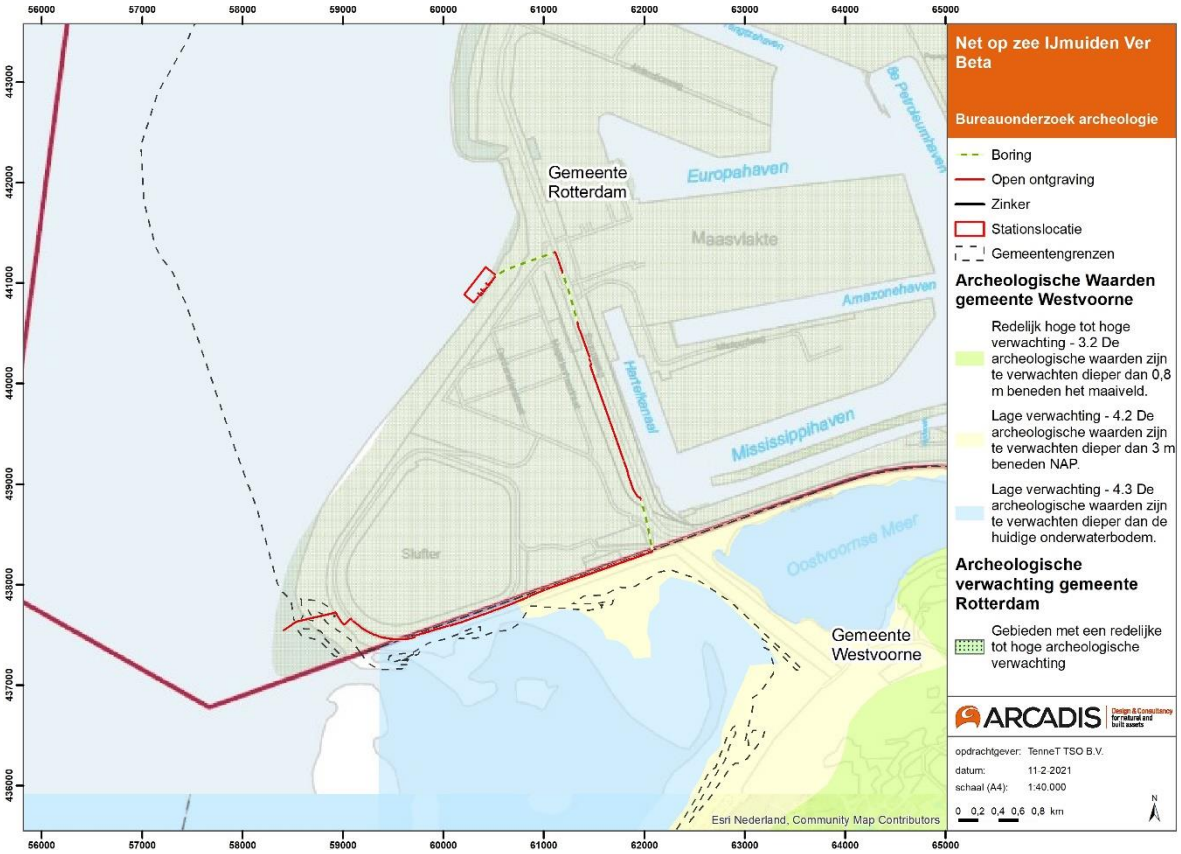
Deze bestemmingsplannen zijn een uitwerking van het wat grovere archeologiebeleid van de gemeentelijke verwachtingskaarten (AWK Rotterdam 2005 en AWK Westvoorne 2008).

Het tracé ligt in de gemeenten Westvoorne en Rotterdam. De archeologische verwachtingen voor het tracé staan op de archeologische waardenkaart van de gemeente Rotterdam. Dit geldt echter alleen voor het deel op de eerste Maasvlakte omdat de tweede Maasvlakte tijdens de realisatie van de waardenkaart nog niet was aangelegd. Het tracé ligt ter hoogte van Maasvlakte 1 in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden NAP (Figuur 25).

De archeologische verwachtingskaart van de gemeente Westvoorne laat zien dat het tracé door gebieden met een lage verwachting gaat. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan de huidige onderwaterbodem of dieper dan 3 meter beneden maaiveld (Figuur 25).

Categorie	Verwachting	Beleid
3.3	Gebieden met een redelijke tot hoge archeologische verwachting. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden NAP.	Afhankelijk van de verstoringsdiepte is een aanlegvergunning verplicht bij het verstoren van een oppervlak van meer dan 200 m^2.
4.2	Lage verwachting. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden maaiveld.	De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden maaiveld.
4.3	Lage verwachting. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan de huidige onderwaterbodem.	De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan de huidige onderwaterbodem.

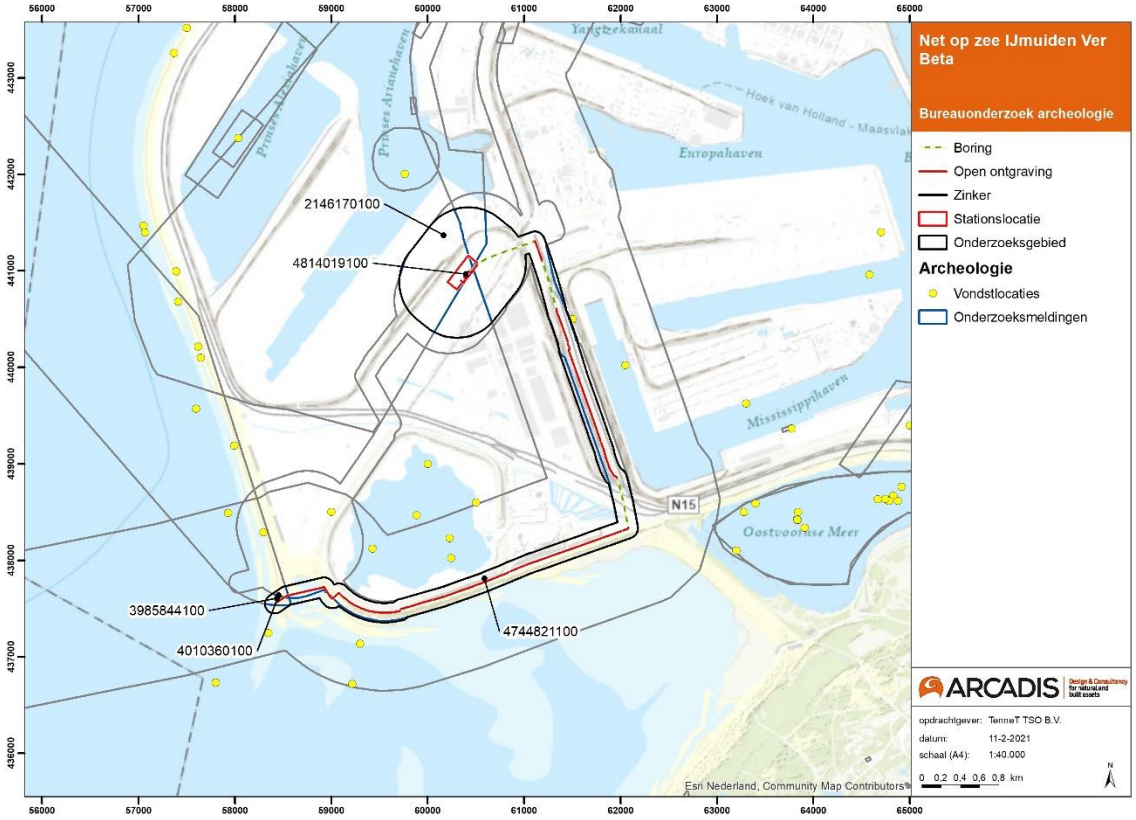
Tabel 7: Archeologische beleidscategorieën gemeente Rotterdam en Westvoorne.



Figuur 25. Archeologische verwachtingskaart gemeente Rotterdam en Westvoorne.

4.3 Archeologische informatie

In dit hoofdstuk worden de onderdelen AMK-terreinen, vondstlocaties en onderzoeksmeldingen behandeld.



Figuur 26. Bekende archeologische AMK-terrein, vondstmeldingen en onderzoeksmeldingen binnen onderzoeksgebied Maasvlakte.



Figuur 27 Scheepswrakken rond het plangebied (CHAZ Zuid Holland en CIS Maasvlakte 2).

4.3.1.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende en waardevolle archeologische vindplaatsen weergegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen terreinen van waarde, hoge waarde, zeer hoge waarde, en zeer hoge waarde – beschermd. In het laatste geval is het terrein een beschermd Rijksmonument. Het uitgangspunt bij AMK-terreinen is in principe behoud van archeologische resten in situ. Er bevinden zich geen archeologische AMK-terreinen in het plangebied (Figuur 26).

4.3.1.2 Vondstlocaties en scheepswrakken

Vondstlocaties zijn archeologische vondsten en waarnemingen die geregistreerd zijn in Archis. Er bevindt zich een geen vondstmeldingen in het onderzoeksgebied (Figuur 26) .

In het bureauonderzoek voor het zee-deel van de kabel zijn de bekende scheepswrakken geïnventariseerd (Van den Brenk et al. 2019). Omdat de locaties van de scheepswrakken bij benadering bekend zijn, en de wrakken een mogelijk grote omvang kunnen hebben, zijn voor deze locaties buffers van 100 m gebruikt. Binnen het onderzoeksgebied voor het landtracé bevinden zich geen bekende wraklocaties (Figuur 23). Er bevinden zich wel veel wrakken in de nabijheid van het tracé, de wrakken met een naam op Figuur 23 zijn opgenomen in BOORrapporten 651 (Waldus en Ploegaert 2020). Deze wrakken zijn op verschillende diepten aangetroffen tussen de 5 en 18 m – NAP. Onderstaande tekst is afkomstig uit deze publicatie:

Op twee plaatsen in de directe omgeving van het plangebied op de Maasvlakte zijn concentraties scheepswrakken bekend: De Slufter en het Oostvoornse Meer.

<u>De Slufter</u>

In het kader van de aanleg van een baggerspeciedepot voor rivierslib aan de westzijde van de eerste Maasvlakte in de jaren '80 van de 20e eeuw is circa 37 miljoen kubieke meter sediment gebaggerd. Voorafgaand aan dit werk zijn afspraken gemaakt met de uitvoerders omtrent de omgang met eventuele scheepsarcheologische vondsten (Adams e.a. 1990). Tijdens de uitvoering zijn in totaal zes vindplaatsen gemeld en onderzocht, ze hebben het toponiem Slufter (SL) 1 t/m 6 gekregen. Gezien de inrichting van deze archeologische begeleiding, waarbij archeologisch duikwerk onder moeilijke omstandigheden werd verricht na een vondstmelding, zijn de meeste waarnemingen globaal, indicatief en vooral onvolledig.

De wrakdelen SL1, 3 en 5 kunnen worden gekoppeld aan de schipbreuk van één schip dat dateert aan het einde van de 18e eeuw en dat kennelijk uiteen is geslagen en over een groot gebied verspreid is geraakt. Bemonsterde houten onderdelen leveren een kapdatum op van circa 1796.

Van SL2 is weinig meer bekend dan dat het vermoedelijk om een laatmiddeleeuws wrak gaat.

De SL4 is de meest spectaculaire vondst. Het betreft een goed geconserveerd Engels schip waarvan de bouwdatum op 1840 is vastgesteld. Gezien het belang van voortgang van het project is ervoor gekozen om dit wrak met een grote wrakkenknijper in zijn geheel te bergen. Deze operatie heeft ertoe geleid dat een groot deel van bakboord in scheepsbouwkundig verband boven water is gekomen. Vervolgens is het uitgebreid onderzocht en gedocumenteerd en kon geconcludeerd worden dat het een vrachtschip voor kolentransport betreft, een zogenaamde collier (Adams e.a. 1990, 123).

Van de laatste vindplaats is het niet duidelijk geworden of het gaat om opgebaggerde restanten van een wrak dat bij de aanleg van de Maasvlakte in de jaren '60 uit context is geraakt, of dat het gaat om enkele scheepsonderdelen van een wrak dat verder nog in situ bewaard is gebleven. Het gaat om hout en fragmenten van ijzeren ankers, mogelijk van een 20^{e}-eeuws schip. Omdat op deze locatie verder geen werkzaamheden meer noodzakelijk waren, heeft men de site niet verder onderzocht.

Oostvoornse Meer

Vanaf de jaren '60 van de 20e eeuw is in het Oostvoornse Meer zand gewonnen ten behoeve van de aanleg van Maasvlakte 1. De zandwinning vond plaats tot een diepte van meer dan 50 meter. De huidige grillige topografie van de waterbodem laat zien dat men tijdens de zandwinning op obstakels (waarschijnlijk scheepswrakken) is gestuit, waarbij men om de obstakels heen is gaan zuigen. Door erosie zijn hierbij uiteindelijk de resten van wrakken naar diepere niveaus gezakt. Dit wordt bevestigd door het feit dat duikers in de jaren '90 van de 20e eeuw diverse resten van scheepswrakken hebben aangetroffen op dieptes van meer dan 30 meter. Het is aannemelijk dat alle resten van scheepswrakken dieper dan circa 23 meter verplaatst en verspoeld zijn. Op en boven dit niveau kunnen resten in situ worden aangetroffen. In totaal zou het gaan om zeker acht unieke scheepswrakken, verspreid over zeventien locaties. Deze zijn in 2014 en 2015 door de RCE aan een waarderend onderzoek onderworpen (Opdebeeck, Coenen en van den Brenk 2019). Op basis van diverse onderzoeksmethoden bestaat momenteel het volgende beeld van de wrakken.

Op deze locaties (OVM2 en OVM5), die een oppervlakte beslaan van circa 40 bij 60 meter, liggen de uit elkaar geslagen resten van één of meerdere schepen uit het einde van de 19e en het begin van de 20e eeuw. Over deze wrakken bestaat veel discussie. Mogelijk betreft dit het wrak van het Engelse stoomzeilschip 'ARCHIMEDES' dat in 1864 zou zijn vergaan. Tevens worden de schepen 'LITTLEBECK' en 'GERMAINE', die op deze plek in respectievelijk 1884 en 1903 gezonken zijn, als kandidaten genoemd. Ook wordt wel eens gesuggereerd dat het wrak SL4 in de Slufter de 'ARCHIMEDES' zou kunnen zijn.

Wrak OVM10 bestaat uit twee plekken met scheepshout die 20 meter uit elkaar liggen. Van een westelijke concentratie scheepshout lijkt het erop dat er resten van verschillende schepen door elkaar liggen, mogelijk als gevolg van de zandwinning in het meer. In ieder geval is er sprake van restanten van gladwandig gebouwde scheepsdelen uit het laatste kwart van de 17e eeuw. De constructiedetails en de herkomst van het hout (Ardennen) wijzen op een in de Nederlanden gebouwd schip.

Voor wat betreft de oostelijke concentratie ligt een deel van het wrakhout mogelijk nog in verband in de bodem. Het schip dateert uit de eerste helft van de 17e eeuw en op grond van de herkomst van het hout (Baltisch gebied) is het vermoedelijk niet in de Nederlanden gebouwd.

Bij dit wrak (OMV11) gaat het om de resten van een karveel gebouwd schip met een resterende lengte van circa 14 x 5,5 meter. Er zijn 27 spanten geteld. Dendrochronologisch onderzoek leverde een datering op van 1768 +/-5, het hout is afkomstig uit de Belgische Maasvallei. Het wrak staat bekend als het 'loodwrak' doordat in het wrak een (ballast) lading van 70 kg zware loodbaren is gevonden. Op basis hiervan zou het kunnen gaan om het schip 'De Zes Gebroeders' dat in 1764 is vergaan of om het Brigantijnschip 'George & Ann' dat in 1770 is gestrand en later gezonken.

Het wrak OVM14 heeft een omvang van 17 x 7 meter en betreft de romp van een schip, waarvan de twee stevens zijn afgebroken. Het schip was een zwaargebouwd houten zeilschip uit het laatste kwart van de 17e eeuw, dat vermoedelijk steenkool vervoerde. Gezien de vele reparaties is het schip lang in de vaart gehouden. Enkele houtverbindingen van het schip en het feit dat een in Engeland gegroeide boom is gebruikt wijst op de Britse eilanden als herkomstgebied.

Van de wrakken OVM4 en 16 is het na diverse onderzoeken niet duidelijk om wat voor typen schepen het gaat. Uit het zand stekende huidplanken en spanten toont dat het om (delen) van scheepswrakken gaat, maar niet duidelijk is of het unieke wrakken betreft of dat het afgebroken en verplaatste delen van bovenstaande schepen zijn. Van OVM16, een stuk scheepsboord met een lengte van 8 meter, bestaat het vermoeden dat het onderdeel vormde van het wrak OVM12.

Tijdens de aanleg van de HES-terminal (2018-2019) zijn er vijf scheepswrakken ontdekt. Om de overzichtelijkheid van de scheepsarcheologische sites op de Maasvlakte te behouden, is ervoor gekozen om deze scheepsfragmenten door te nummeren als SL7 tot en met SL11.

Wrak SL7 betreft een fragment van de boeg van een groot vrachtschip en losse scheepsonderdelen, waaronder een fragment van de achtersteven. Het wrak lag op de zeebodem met de voorsteven naar boven gericht. De geschatte grootte van circa 30 meter doet vermoeden dat het gaat om een grotere zeevaarder of kustvaarder en niet om een binnenschip. Er zijn sterke aanwijzingen dat het hier om een Nederlands schip gaat, mogelijk van het type hoeker of het type 'Pink Schip'. De opmerkelijke plaats van een laadpoort naast

de voorsteven is een tot nu toe onbekend fenomeen. Een simpele verklaring voor de plaatsing van de laadpoort ligt in de aanname dat kleinere stuksgoederen of ballast van hand tot hand eenvoudig en via een kortere weg waren in en uit te laden.
Van een onderzocht houtmonster van het schip ligt de ondergrens van het kapinterval ná 1725. De herkomst van het voor het schip gebruikte hout ligt in het Duits-Poolse grensgebied. Rekening houdend met een aantal jaar tussen de kapdatum van het hout en de bouw van het schip is een bouwdatum in het tweede kwart van de 18e eeuw aannemelijk. Gelet op de gemiddelde levensduur van middelgrote tot grote zeegaande schepen van 15 tot hooguit 25 jaar, is het schip mogelijk rond het midden van de 18e eeuw gezonken.

Wrak SL8 betreft een deel van de bovenste rand van een scheepsboord van een karveel gebouwd schip, dat met de huid naar boven in de zeebodem terecht is gekomen. Het deel bevat allerlei scheepsbouwkundige details, zoals spuigaten, pompgaten en een dubbeling van de eikenhouten scheepsromp
Het meest in het oog springende kenmerk van dit scheepsdeel zijn de boven het boord uitstekende spantkoppen, die de restanten van de verschansing (de bovenste constructie van het boord) vormen. Op deze uit het boord stekende spanten bevond zich oorspronkelijk een horizontale plank als boordrand. Het is een constructie die veelvuldig te zien is bij 17e-eeuwse scheepsmodellen en schilderijen van schepen als pinassen, fluiten en fregatten.
Aan de hand van een restje spinthout aan een van de houtmonsters van het schip kan het kapinterval van het hout rond 1717 geschat worden. Voor het schip is eikenhout uit verschillende delen van Duitsland gebruikt. Rekening houdend met een aantal jaar tussen de kapdatum van het hout en de bouw van het schip is een bouwdatum in 1718-1720 aannemelijk. Gelet op de gemiddelde levensduur is het schip mogelijk op zijn vroegst in het tweede kwart van de 18e eeuw gezonken.

De twee delen van wrak SL9 zijn restanten van een zeer groot karveel gebouwd schip, waarvan de lengte op minimaal 160 voet (bijna 50 meter) wordt geschat. Dit is een afmeting die past bij de grote oceaanvaarders, zoals die door de admiraliteit en de internationale koopvaardij zijn gebruikt. Ook al is de gereconstrueerde grootte indicatief en gebaseerd op beperkte gegevens, de grootte en zware uitvoering van de scheepsdelen, waaronder een dubbele laag huidplanken, wijst wel degelijk op een uitzonderlijk groot schip. Een van de wrakdelen betreft een deel van stuurboord ter hoogte van de achtersteven en de kiel. Uit de uiteinden van de aanwezige huidplanken is de positie van de achtersteven te herleiden. Aan de hand van de opbouw van de huid kon worden vastgesteld dat de bouwvolgorde past binnen de Nederlandse scheepsbouwtraditie, waarin de huid eerst werd opgebouwd en daarna de inhouten werden geplaatst (shell first).
Van twee houtmonsters kon het kapinterval worden bepaald, respectievelijk ná 1668 en ná 1677. Dit zou kunnen wijzen op een bouwdatum van het schip aan het eind van de 17e eeuw. Rekening houdend met de gemiddelde levensduur van 15 tot hooguit 25 jaar is het schip mogelijk op zijn vroegst in het begin van de 18e eeuw gezonken.

Op deze locatie (SL11) is alleen een voorsteven gevonden. De verse breuken van de houten pennen in de sponningen tonen dat de steven is losgetrokken uit een wrak. Ondanks de duikwerkzaamheden ter plaatse is niet duidelijk geworden waar de rest van het wrak ligt. Op basis van een laadmerk of diepgangsmerk zou het een klein vrachtschip geweest kunnen zijn waarvan de lengte, aan de hand van de dikte van de voorsteven, op 13 meter wordt geschat. Een houtmonster van de voorsteven van SL11 leverde geen datering op. Over de ouderdom en herkomst van dit schip is dan ook niets met zekerheid te zeggen.

4.3.1.3 Eerder uitgevoerd onderzoek

In verschillende zones binnen het onderzoeksgebied is eerder archeologisch bureau- en veldonderzoek uitgevoerd. Een deel van de onderzoeken betreft onderwaterarcheologie.

Zaak IDnummer	Datum/ uitvoerder/ Type onderzoek	Resultaten, relevantie
2146170100	2007/ RAAP/ Onderwaterarcheologie (onderwaterfase veldonderzoek)	Doel van dit onderzoek was om door middel van akoestisch-geofysische metingen (side scan sonar en multi beam echoloding) op bepaalde locaties te bepalen of hier archeologische resten aanwezig waren en, voor zover mogelijk, een eerste indruk te geven van de kwaliteit (gaafheid en conservering), aard, datering en omvang ervan. Er zijn ankers, ankerkettingen, visnetten en stortstenen aangetroffen, soms in combinatie voorkomend. De archeologische betekenis van deze vondsten wordt als gering ingeschat. Voor deze locaties wordt dan ook aanbevolen geen verder vervolgonderzoek uit te laten voeren. Op locatie 6003 is een scheepswrak aangetroffen. Het betreft een houten schip dat waarschijnlijk niet breder was dan circa 5 m en niet langer dan ruwweg 15 m. Er kon een scheepswand met scheepshuid, spanten en wegering vervolgd worden over een lengte van net iets meer dan 5 m. Er zijn 2 concentraties met stenen (ballaststenen?) en gietijzeren halffabrikaten (waarschijnlijk lading) aangetroffen. Hiertussen is nog een constructiedeel aangetroffen, waarschijnlijk een deel van een dek. Aard en datering van het schip blijven daarmee onzeker. Een eerste indruk is dat het een klein transportschip uit de 19^{e} of begin 20^{e} eeuw betreft.
4010360100	2016/ Periplus Archeomare/ Geofysisch onderzoek	In opdracht van Fugro Survey B.V. heeft Periplus Archeomare een archeologische analyse gemaakt van de geofysische data die zijn verzameld in het kader van de voorgenomen aanleg van Windmolenpark Hollandse Kust (zuid). Een grote hoeveelheid data opgenomen met side scan sonar, magnetometer en multibeam echosounder van vier windmolengebieden is geanalyseerd. De totale oppervlakte van de gebieden inclusief een bufferzone van 500 meter die onderzocht zijn bedraagt 389 km^{2}. Het archeologisch bureauonderzoek heeft aangetoond dat binnen de onderzoeksgebieden 52 objecten en wrakken bekend zijn. 27 van deze objecten bestaan uit losse voorwerpen zoals verloren kabels en kettingen, en hebben geen archeologische waarde. Voor de overige 25 objecten is de archeologische waarde nog niet vastgesteld. In totaal zijn zeven van deze objecten teruggevonden. De overige achttien objecten zijn waarschijnlijk bedekt met zand als gevolg van de migrerende zandgolven in het gebied. Naast de bekende objecten zijn 558 nieuwe contacten aangetroffen met side scan sonar. De analyse van deze contacten resulteerde in drie objecten met een mogelijke archeologische waarde. Met de magnetometer zijn in totaal 2394 magnetische anomalieën waargenomen. 679 van deze anomalieën kunnen worden gerelateerd aan bekende pijpleidingen of kabels. Slechts 32 kunnen worden gerelateerd aan zichtbare objecten op de zeebodem, waargenomen met side scan sonar. De overige 1683 magnetische anomalieën worden veroorzaakt door de aanwezigheid van onbekende afgedekte ijzerhoudende objecten in de bodem. 245 van deze anomalieën hebben een amplitude van 50 nanoTesla of meer (Van Lil et al., 2016).
3985844100	2016/ Periplus Archeomare/ Bureauonderzoek	Zie resultaten 4010360100.
4744821100	2019/Periplus Archeomare/ Bureauonderzoek	Zie resultaten 4010360100.

4814019100	2019/Arcadis/ Bureauonderzoek	Versie van het bureauonderzoek die aan dit bureauonderzoek voorafging.

Tabel 8: Onderzoeksmeldingen binnen plan- en onderzoeksgebied.

4.4 Synthese archeologie

Het tracé ligt in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is geen vondslocatie bekend binnen het onderzoeksgebied. Er zijn veel scheepswrakken aangetroffen rond het plangebied op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m – NAP.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusie

1. Hoe ziet de geo(morfo)logische en bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?

Het landschap in het plangebied Maasvlakte is in het verleden grotendeels gevormd onder invloed van de zee. In het pleistoceen lag het gebied droog en was het onderdeel van een vlechtend rivierlandschap, waarbij grind en zand zijn afgezet. In het Holoceen werd het warmer en steeg de zeespiegel. Aan het begin van het Holoceen worden de lagere delen van de riviervlakte bij hoge rivierwaterstanden incidenteel overstroomd en wordt op deze plekken klei afgezet, dat tot de Laag van Wijchen behoort. Daarnaast ontstonden er vanaf deze periode rivierduinen.

Ter plaatse van de Maasvlakte liggen rivierduinen in de ondergrond die dateren uit het begin van het Holoceen. Door de zeespiegelstijging nam daarna de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. In het eerste deel van het Boreaal (rond 8.400 voor Chr.) staken de rivierduinen in het gebied nog meters hoog boven de riviervlakte uit. De inschatting is dat de duintoppen 4 tot 6 meter hoger waren dan de omgeving, waarbij de hoogste toppen tot mogelijk 15 m -NAP reikte. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatiger overstroomde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta is ter plaatse van de Maasvlakte gedateerd in de periode 7.250 – 6.500 voor Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied veranderde toen van een voor de mens bewoonbaar drassig terrestrisch landschap, naar een verdronken onderwaterbodem landschap waarbij de kustlijn steeds meer landinwaarts kwam te liggen. Tijdens die verdrinking op de overgang naar het Midden-Holoceen, en in de periode daarna onder water, zijn de rivier-, duin- en deltaïsche afzettingen plaatselijk geërodeerd. Buiten de geërodeerde toppen van de duinen blijkt het vroegholocene bodemoppervlak in de Maasvlakte over grote oppervlakten echter bewaard te zijn gebleven, zoals het geval in het onderzoek bij de Yangtzeehaven (Moree en Sier 2016).

Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waardoor de Maasvlakte continu onder water stond. Voor de aanleg van de Maasvlakte is vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw circa 20 m zand opgespoten waardoor deze op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m + NAP ligt.

De diepere ondergrond onder het plangebied bestaat uit zand (Formatie van Kreftenheye). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye op 40,00 – 25,00 m - NAP aangetroffen. Dit overstroomde vervolgens en er werd daarbij klei afgezet (Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen op 25,00 – 24,22 m - NAP aangetroffen. Dit vernatte vervolgens vanaf circa 8400 v. Chr. en er begon veengroei plaats te vinden, behorend tot de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag. Nabij het plangebied wordt de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag op 24,22 – 23,80 m - NAP aangetroffen. Vervolgens kwam het plangebied in het stroomgebied van een getijderivier/delta te liggen vanaf circa 7250 v. Chr. behorende tot het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk). Nabij het plangebied wordt het Laagpakket van Wormer op 23,80 – 21,00 m - NAP aangetroffen. Vanaf 5500 v.Chr. ligt het gehele plangebied in zee, er werden mariene zeezanden en zand-klei gelaagde afzettingen behorend tot de Southern Bight Formatie, Bligh Bank Laagpakket (SBBL) afgezet. Deze zijn veelal in het Subatlanticum afgezet, vanaf 500 voor Chr. Vervolgens is dit stuk vanaf 1960 opgespoten met zand om de Maasvlakte aan te leggen. Deze antropogene afzettingen zijn nabij het plangebied aangetroffen vanaf 21,00 m – NAP.

2. Welke archeologische vindplaatsen in en rond het plangebied zijn bekend?

Het tracé ligt in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is geen vondslocatie bekend binnen het onderzoeksgebied. Er zijn veel scheepswrakken aangetroffen rond het plangebied op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m – NAP.

3. Welke historische gegevens (complexen en landgebruik) in en rond het plangebied zijn bekend?

Op de historische kaart van 1850 en 1950 bevindt het plangebied en het tracé zich in de Noordzee. De naam ‘Maasvlakte’ is ingetekend op de landkaart en verwijst naar een mogelijke zandplaat. Ook is er een zandplaat genaamd ‘Bollen’. Onderstaande tekst is afkomstig uit BOORrapporten 651 (Waldus en Ploegaert 2020):

In het kader van de aanleg van de grootschalige locatie van baggerspecie uit het benedenrivierengebied ter hoogte van de Slufter, is een historisch-geografisch onderzoek verricht (Hofland 1986a). In dit zeer uitgebreide onderzoek is aan de hand van kaartmateriaal en schriftelijke mededelingen het geulenpatroon gereconstrueerd en het verloop van de oude vaarroutes vastgesteld. Samenvattend kan de ontwikkeling van de vaarroutes als volgt worden beschreven.
Een verantwoorde reconstructie is pas mogelijk voor de periode vanaf circa 1540. Aan het eind van de 16e eeuw hadden de gangbare vaarroutes op de ondiepste plaatsen bij laag water slechts twee vadem diepte (± 3,60 meter). Halverwege de 16e eeuw waren er twee routes, die min of meer langs de kusten van ’s Gravenzande en Voorne liepen (Hofland 1986a; Hofland 1986b). De zuidelijke toegang tot de Maas was de belangrijkste. In de tweede helft van de 16e eeuw kwam hier verandering in. Een vrij brede geul, genaamd het “Nieuwe gatt’, doorkruiste de brede zandbank en kreeg al gauw een diepte van drie à vier vadem. Door aanslibbing van de Westplaat schoof de zuidelijke route in noordelijke richting op en vond zij aansluiting bij het ‘Nieuwe gatt’. Aan het begin van de 17e eeuw wijzigde de situatie in het Maasmondgebied geregeld, zonder dat de zuidelijke route in gevaar kwam. Voor korte tijd had ook de noordelijke toegang een goede vaardiepte, maar door overvloedige sedimentatie vormde zich al snel een haakwal die zich in de loop van de 17e eeuw verder ontwikkelde. De noordelijke vaargeul, die in 1623 bekend stond als Everskil, verplaatste zich als gevolg hiervan steeds verder zuidwaarts en was ondanks markering van de vaargeul met tonnen van ondergeschikt belang. In de loop van de 18e en het begin van de 19e eeuw verlegde de zuidelijke vaargeul zich naar het zuiden. Tegelijkertijd breidde ook de haakwal De Beer zich in zuidelijke richting uit. Door de uitbreiding van De Beer vernauwde de Maasmond. Hierdoor nam de stroomsnelheid toe hetgeen ertoe leidde dat de stroomgeulen dieper werden uitgeschuurd. Terwijl ter hoogte van ‘De Pit’ de vaargeulen werden uitgediept, liep de waterdiepte vlak voor de kust bedenkelijk terug.

Een gevolg van de verzanding van de Maasmonding was dat in het begin van de 19e eeuw schepen die vanaf zee naar Rotterdam wilden, een forse omweg moesten maken via onder andere het Haringvliet en de Dordtsche Kil. Door de aanleg in het begin van de 19e eeuw van het Kanaal door Voorne, tussen de kort na 1600 ontstane marinehaven Hellevoetsluis bij het Haringvliet en het in de jaren zestig van de vorige eeuw door Europoort opgeslokte gehucht Nieuwesluis aan de Brielse Maas, kreeg Rotterdam een kortere verbinding met de zee. Het kanaal kwam in 1829 gereed en werd rond 1960 bij de aanleg van het Hartelkanaal ter hoogte van Heenvliet afgedamd. Ondanks de lastige bereikbaarheid was Rotterdam halverwege de 19e eeuw al een van de grootste havensteden geworden. Dit kwam onder meer door het grote aandeel in de doorvoer van goederen naar Duitsland en Engeland.

Na deze periode start de planvorming voor uitbreidingen van de havens van Rotterdam. Mede doordat de schepen groter worden en de Nieuwe Waterweg qua breedte en diepte niet toereikend zou zijn, zijn in de jaren ’60 de ideeën om aan de voorkant van de Europoort nieuw land te creëren voor deze overslagplaatsen serieus geworden. Eind jaren ’60 wordt gestart met de bouw van de eerste Maasvlakte. Op de historische kaart van 1970 is de aanleg van Maasvlakte 1 begonnen. Op de historische kaart van 1990 is het eindresultaat van Maasvlakte 1 ingetekend; waar de infrastructuur is te zien, samen met de eerste industrie. Aan de zeezijde zijn er stranden om de Maasvlakte te beschermen. In 2008 is gestart met de aanleg van de Tweede Maasvlakte, deze werd in 2013 in gebruik genomen.

5.2 Gespecificeerd verwachtingsmodel

Op basis van de landschappelijke setting kunnen archeologische resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum worden verwacht. Volgens de archeologische waardenkaart van de gemeente Rotterdam kunnen deze waarden worden verwacht vanaf een diepte van 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Uitgevoerd onderzoek op de Maasvlakte heeft echter aangetoond dat deze waarde zich waarschijnlijk veel dieper bevinden. In de diepere delen van het oude landschap kunnen resten goed bewaard zijn gebleven. De hogere delen uit dit landschap, met name de toppen van de rivierduinen, zijn veelal geërodeerd en ter plaatse van deze zones worden geen archeologische waarden verwacht. Vanaf het Neolithicum tot Nieuwe tijd geldt er een verwachting op scheepsarcheologie (wrakken, visnetten). Binnen het onderzoeksgebied zijn geen scheepswrakken aangetroffen. Wel zijn er veel scheepswrakken aangetroffen rond het plangebied op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m – NAP.

4. Wat is, op basis van bovenstaande gegevens, de gespecificeerde archeologische verwachting van het plangebied? Wat zijn de prospectiekenmerken van de te verwachte vindplaatsen?

Op basis van de bij het bureauonderzoek verzamelde gegevens is het mogelijk een gespecificeerde archeologische verwachting op te stellen ten aanzien van aard, ouderdom, diepteligging en gaafheid.

Het tracé ligt in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt volgens de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Rotterdam. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Het gedeelte binnen de gemeente Westvoorne ligt in een zone van lage verwachting op archeologische waarden. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is geen vondslocatie binnen het onderzoeksgebied bekend.

- Het is onzeker of top van het Pleistocene dekzand intact is. De diepte van dit niveau bevindt zich op circa 25 m -NAP. Op dit niveau worden resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- De afzettingen van de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen lijken intact omdat ze afgedekt zijn door Basisveen. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend. Bewoning vond met name plaats op de kreekruggen. Het niveau bevindt zich op 25,00 – 24,22 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Het is onzeker of de afzettingen van de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag intact zijn. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend, waarschijnlijk waren deze komgebieden te nat. Het niveau bevindt zich op 24,22 – 23,80 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Het is onzeker of de afzettingen van de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer intact zijn. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend. Bewoning vond met name plaats op de kreekruggen. Het niveau bevindt zich op 23,80 – 21,00 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Vervolgens lag het gebied onderwater. Er zouden vanaf het Neolithicum vondsten aangetroffen kunnen worden die met de zee samenhangen, zoals scheepswrakken.

Voor de aanleg van de eerste en tweede Maasvlakte is veel zand opgespoten. Boringen tonen dat de eerste 20 meter grond bestaat uit een antropogene zandlaag (Dinoloket).

Tabel 9. Gespecificeerd verwachtingsmodel

Archeologische periode	Verwachting	Complextype	Kenmerken	Omvang	Diepteligging	Gaafheid
Laat Paleolithicum Mesolithicum	Redelijk tot hoog	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m^2	25 m - NAP	-
Laat Paleolithicum Mesolithicum	Redelijk tot hoog	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m^2	Kreekruggen Laag van Wijchen (25,00 – 24,22 m - NAP)	Goed
Mesolithicum	Laag	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m^2	In de (top) van het veenpakket (vanaf 23,80 m - NAP)	Goed
Mesolithicum	Laag	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m^2	Kreekruggen Laagpakket van Wormer (23,80 – 21,00 m - NAP)	Goed
Neolithicum-Nieuwe tijd	Redelijk tot hoog	Losse vondsten, scheepswrakken	Vondst- en sporen niveau	punt-locatie	Op de (top) van de zeebodem	Slecht-redelijk

5. In welke mate worden de bekende en/of verwachte archeologische vindplaatsen bedreigd door de geplande ontwikkeling?

De bodemroerende werkzaamheden bestaan tijdens de realisatiefase uit grondwerk ten behoeve van het aanbrengen van het ondergrondse landtracé van de aanlanding naar het converterstation en het bouwen van het converterstation.

De kabels binnen het plangebied op de Maasvlakte worden door middel van open ontgravingen en boringen uitgevoerd. Soms is het noodzakelijk boringen uit te voeren om bepaalde obstakels te vermijden. De open ontgravingen hebben een maximale diepte van 2 m – maaiveld. De diepte van de gestuurde boringen is nog niet bekend.

Het converterstation op de Maasvlakte zal op staal worden gefundeerd. Er zullen dus geen palen de grond in worden gebracht. Waar geen kelder is wordt er ontgraven tot 1,5 m – Mv. Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat minimaal 2,10m diep de grond in tot maximaal 2,50m (vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 920 m² (46m x 20m). De plot voor het converterstation ligt op een hoogte van circa +5,10 tot 7,00 meter NAP. Omdat de waterstand in de toekomst hoger kan worden en om de kans op een overstroming van de locatie te verkleinen wordt het maaiveld verhoogd met circa 0,39 meter. Niet het gehele perceel hoeft opgehoogd te worden omdat delen ervan op voldoende hoogte liggen.

De werkzaamheden bij het converterstation raken geen archeologisch relevante lagen. Ditzelfde geldt voor de open ontgravingen. De verwachting is dat er geen archeologische waarden worden verstoord bij de open ontgraving en de werkzaamheden op het converterstation.

De gestuurde boringen raken waarschijnlijk ook geen archeologisch interessante lagen, aangezien ze waarschijnlijk geheel binnen het opgehoogde antropogene pakket vallen. Mochten ze dieper liggen dan zouden ze mogelijk in aanraking kunnen komen met een losse (scheepswrak)vondst.

5.3 Advies

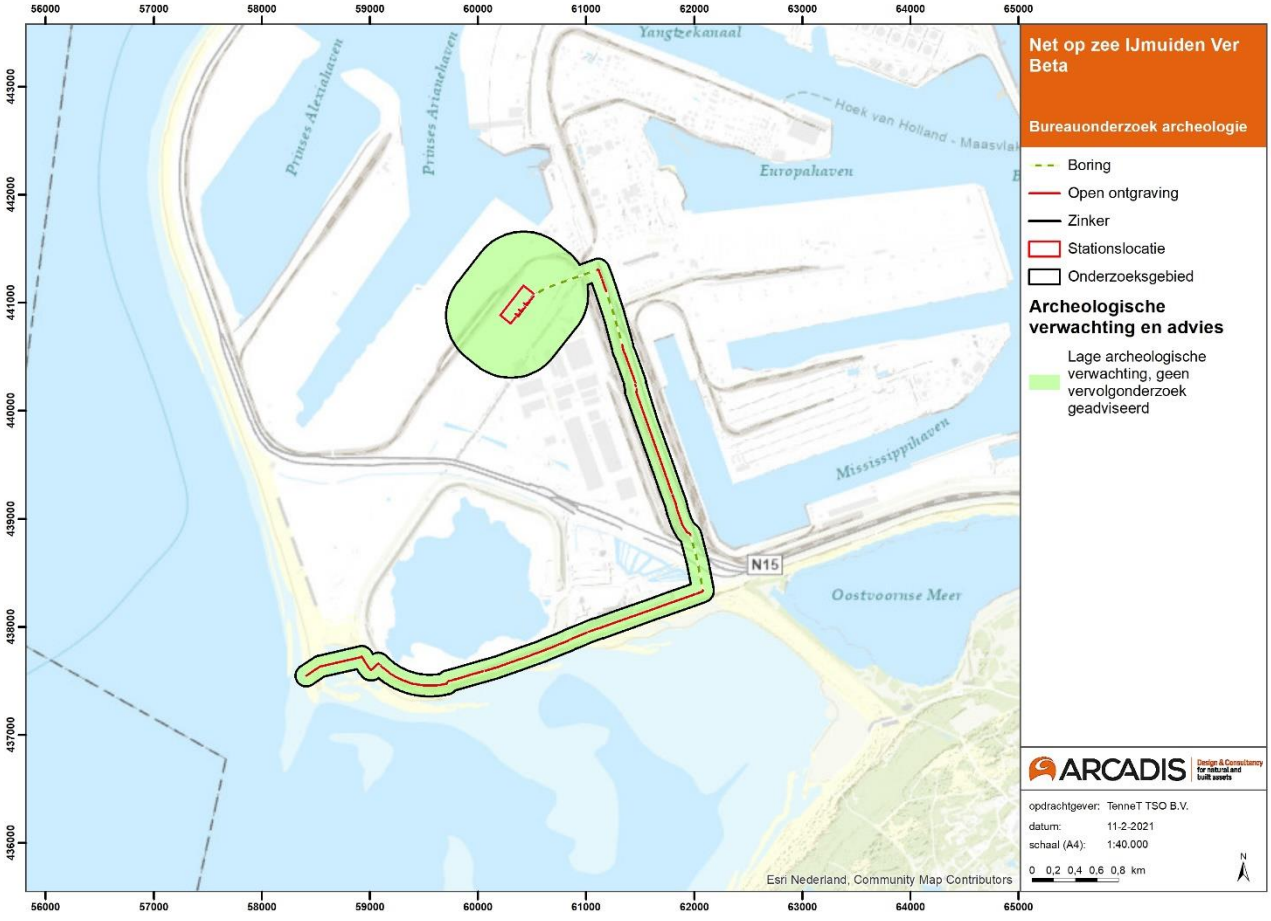
6. Is archeologisch vervolgonderzoek nodig en zo ja, welke onderzoeksmethode wordt geadviseerd?

Voor de Maasvlakte geldt dat de verwachting is dat er geen archeologische waarden worden verstoord bij de open ontgraving en de werkzaamheden op het converterstation.

De gestuurde boringen raken mogelijk wel een archeologisch interessante laag (afhankelijk van de aanlegdiepte van de boring), maar door de diepe ligging van deze lagen, de aanlegmethode en de slechte opspeurbaarheid van de te verwachten puntlocaties wordt er geen vervolgonderzoek geadviseerd.

Voor het plangebied Maasvlakte wordt er verder geen vervolgonderzoek geadviseerd (Figuur 28).

Dit advies kan door de initiatiefnemer worden voorgelegd aan het Bevoegd Gezag, in dit geval de gemeentes Rotterdam en Westvoorne. Het bevoegd gezag kan van het door Arcadis gegeven advies afwijken.



Figuur 28. Advieskaart voor archeologische vervolgonderzoek bij de Maasvlakte (de weergegeven verwachting is de verwachting op het verstoren van de archeologisch relevante lagen).

BRONNEN

Adams, J., A.F.L. van Holk en Th.J. Maarleveld, 1990. *Dredgers and Archaeology. Shipfinds from the Slufter*. Den Haag (Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Archeologie onder water).

Gemeente Rotterdam, Archeologische Waardenkaart. Gemeente Rotterdam

Gemeente Rotterdam, Geologische Kaart. Gemeente Rotterdam

Hofland, T.H., 1986a. De Historisch-Geografische informatie, in: A.C.H.M. Niessen, 1986. *Vooronderzoek Archeologie; rapport van de werkgroep archeologisch onderzoek in het kader van de voorbereiding/uitvoering van de aanleg van de Grootschalige Locatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied*, 29-61.

Hofland, T.H., 1986b. *De bevaarbaarheid van de Maasmond sedert de 16e eeuw. Toegepast historisch-geografisch onderzoek onder de waterspiegel.* Historisch Geografisch Tijdschrift, jaargang 4, nummer 3, 84-89.

Koeman, S.M., R. van Lil, E.A. van den Oever en S. van den Brenk, 2016. *Archeologische bureauonderzoek Net op Zee Hollandse Kust zuid.* Zevenaar: Archeodienst.

Lil, R. van, Brenk, S. van den, Oever, E.A. van den 2016. *Hollandse Kust (zuid). An archaeological assessment of geophysical survey results.*

Moree, J.M. en M.M. Sier, 2014. *Twintig meter diep! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam. Landschapsontwikkeling en bewoning in het vroeg Holoceen*. BOORrapporten 523.

Opdebeeck, J., T. Coenen en S. van den Brenk, 2019. *Het Oostvoornse Meer: van economische verkeersader tot recreatieplas. Archeologisch onderzoek naar het erfgoed in het Oostvoornse Meer (2014-2015).* Amersfoort. Nederlandse Archeologische Rapporten 64.

Van den Brenk, S., R. van Lil en R. Cassée, 2019. *Net op Zee Hollandse Kust (IJmuiden Ver Alpha en Beta) Offshore export kabeltracés*. Periplus Archeomare Rapport 19A004-04.

Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J. Bazelmans, 2018. *Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu*. Amsterdam (Prometheus).

651

Waldus, W.B., P.H.I.J. Ploegaert, 2020. *Rotterdam Maasvlakte 1 HES terminal, wrakken SL7 tot en met SL11. Archeologisch onderzoek naar vijf scheepswrakken.* BOORrapporten 651.

Kaartmateriaal

- Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN).
- Archeologische Monumenten Kaart (AMK).
- Archeologisch Informatiesysteem Archis2; Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed (RCE).
- Bodemkaart Nederland (1:50:000); Alterra.
- Geomorfologische Kaart (1:50:000); Alterra.

COLOFON

ARCHEOLOGISCH BUREAUONDERZOEK IJMUIDEN VER BETA OP LAND
ARCADIS ARCHEOLOGISCHE RAPPORTEN 268

KLANT
Tennet TSO B.V.

PROJECTNUMMER
C05057.00328.0140

ONZE REFERENTIE
D10024228:35

DATUM
12 november 2021

STATUS
Definitief

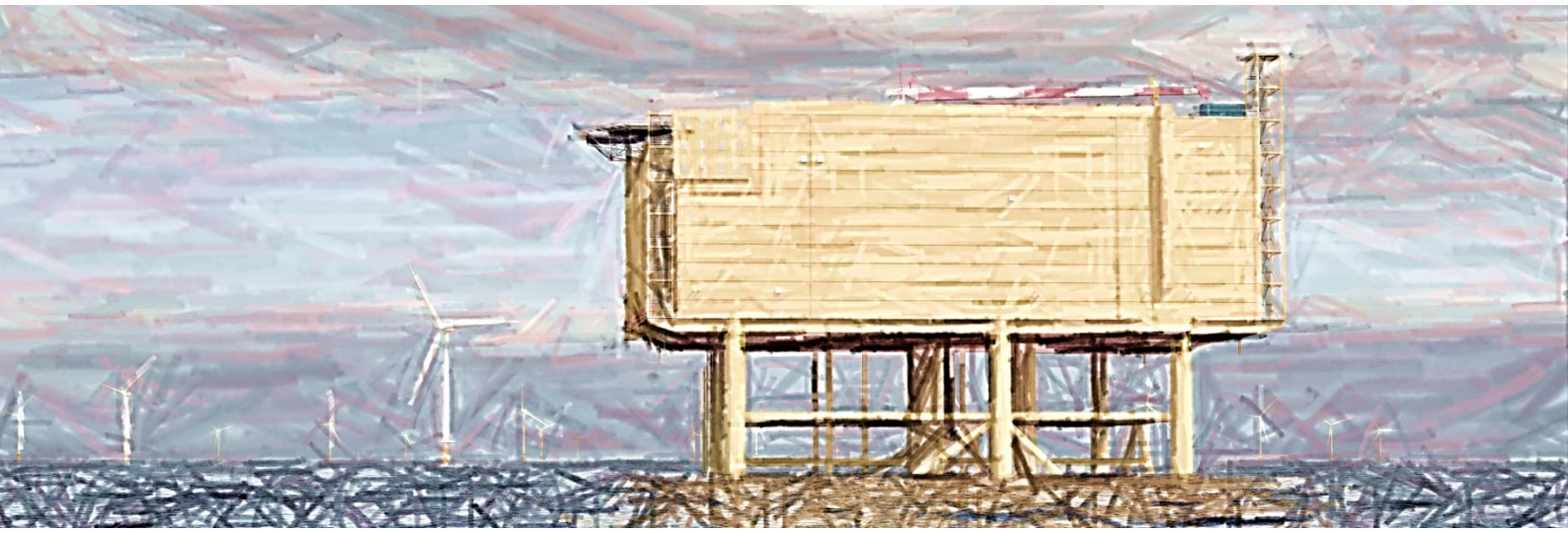
Arcadis Nederland B.V.

Beaulieustraat 22
6814 DV Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XI-A Quickscan NGE IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

QUICKSCAN NIET GESPRONGEN EXPLOSIEVEN

Net op zee IJmuiden Ver Beta

28 FEBRUARI 2020

Contactpersoon

BERNARD SLAA
Adviseur Conventionele Explosieven

E bernard.slaa@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 4

1.1 Aanleiding 4

1.2 Uitgangspunten 5

1.3 Werkwijze 6

2 EFFECTBEOORDELING NGE 7

2.1 Platform IJmuiden Ver Beta en 66kV-interlinkkabel 7

2.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 8

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE 12

2.2 Tracéalternatief Maasvlakte (MVL-1) 13

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 13

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE 20

2.3 Tracéalternatief Maasvlakte (MVL-2) 21

2.3.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 22

2.3.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE 28

2.4 Tracéalternatief Simonshaven (SMH-1) 29

2.4.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 30

2.4.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE 38

2.5 Maasvlakte landtracé en converterstation 39

2.5.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 39

2.5.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE 40

2.6 Simonshaven landtracé en converterstation 41

2.6.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 41

2.6.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE 44

2.7 Leemten in de kennis 45

3 CONCLUSIE EN SAMENVATTING 46

4 BRONNEN 47

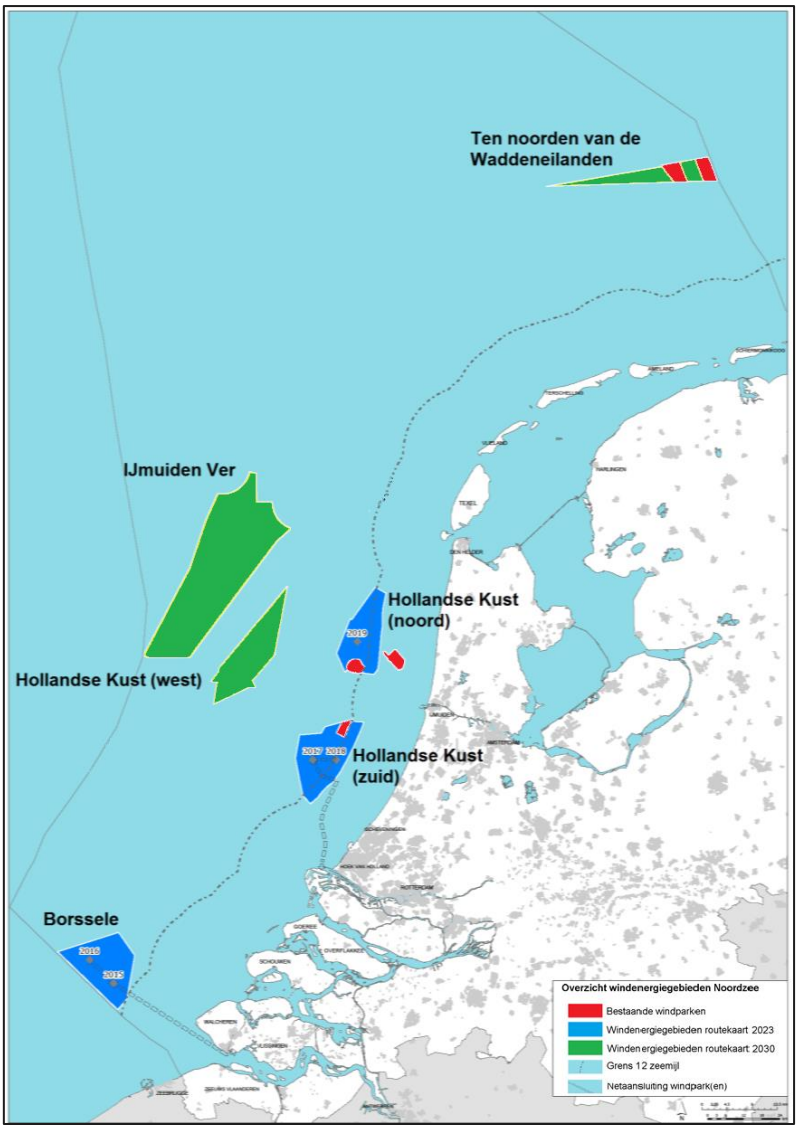
COLOFON 48

1 INLEIDING

Voor u ligt de concept Quickscan Niet Gesprongen Explosieven (NGE) voor de netaansluiting van TenneT TSO B.V. (hierna TenneT) vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver Beta op het hoogspanningsnet op land. Doel van deze quickscan is om middels een verwachtingskaart aan te geven waar bepaalde NGE verwacht kunnen worden. De resultaten vormen input voor het Milieueffectrapport (MER) voor het Net op zee IJmuiden Ver Beta.

1.1 Aanleiding

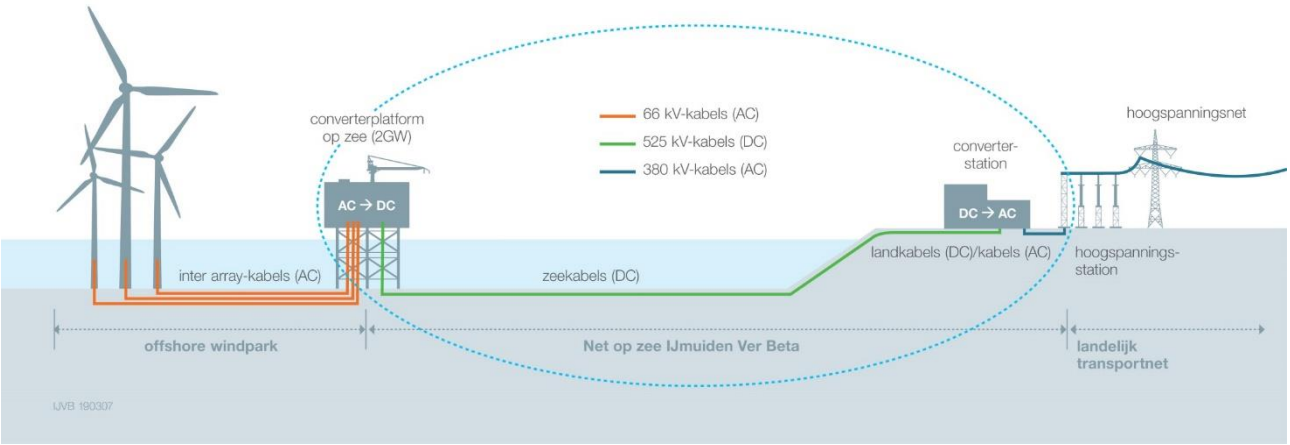
Het Net op zee IJmuiden Ver Beta zorgt ervoor dat de opgewekte elektriciteit van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver naar het hoogspanningsnet op land kan worden getransporteerd. Om een tijdige realisatie van de windparken te kunnen faciliteren, dient het Net op zee IJmuiden Ver Beta uiterlijk 2029 in bedrijf te zijn.



Figuur 1-1 Kaart met bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw) en windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) Bron Ministerie EZK.

TenneT is initiatiefnemer van het aanleggen en beheren van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Er wordt gebruikgemaakt van een platform op zee waarop circa 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. De omvang van het windenergiegebied en de aansluiting van TenneT zijn op elkaar afgestemd. De windturbines in het aangewezen gebied worden direct aangesloten op een platform. Het platform ligt in het windenergiegebied. Het platform wordt met twee 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels

verbonden met een converterstation op land. Er is op land een converterstation nodig dat de stroom omzet van 525 kV gelijkstroom naar 380 kV wisselstroom zodat de elektriciteit geleverd kan worden aan het landelijke hoogspanningsnet dat op 380 kV en op wisselstroom wordt bedreven. In Figuur 1-2 zijn de onderdelen van het Net op zee IJmuiden Ver Beta schematisch weergegeven.



Figuur 1-2 Onderdelen project Net op zee IJmuiden Ver Beta.

Het Net op zee IJmuiden Ver Beta bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66 kV wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525 kV gelijkstroom;
- Een 66kV-interlinkkabel kabel tussen de platforms IJmuiden Ver Alpha en IJmuiden Ver Beta;
- Een kabelsysteem voor transport van 525 kV gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds 525kV-kabelsysteem op land voor het verdere transport naar een converterstation;
- Converterstation op land voor het omzetten van 525 kV gelijkstroom naar 380 kV wisselstroom;
- Twee ondergrondse 380kV-kabelsystemen op land (wisselstroom) tussen het converterstation en een bestaand 380kV-station voor aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet. Voor IJmuiden Ver Beta zijn de volgende mogelijkheden in beeld: 380kV-station Maasvlakte of Simonshaven.

1.2 Uitgangspunten

De omgang met Niet Gesprongen Explosieven (NGE) is geregeld in de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling). Hiervoor is in bijlage 12 van artikel 4.17f het Werkveldspecifiek Certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven (WSCS-OCE) opgesteld.

Het WSCS-OCE heeft betrekking op het opsporen van conventionele explosieven die in de (water)bodem zijn achtergebleven tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog. Hierbij heeft het certificatieschema een drieledige doelstelling:

- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden voldoende veilig voor het eigen personeel en derden aanwezig op het projectgebied worden uitgevoerd;
- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden zodanig en met die deskundigheid worden uitgevoerd dat omwonenden veilig zijn en dat de openbare orde en publieke veiligheid wordt gewaarborgd;
- Bewerkstelligen dat het vooronderzoek en/of de opsporing volgens de gegunde opdracht wordt uitgevoerd en opgeleverd.

In het huidige WSCS-OCE is op dit moment o.a. geregeld hoe een “Historisch Vooronderzoek naar NGE” uitgevoerd moet worden en hoe de “Opsporing” (veldwerk) uitgevoerd moet worden.

Naar alle waarschijnlijkheid wordt het huidige WSCS-OCE per 1 mei 2020 vervangen. Voor de “Opsporing” worden er een aantal wijzigingen doorgevoerd. Echter het onderdeel “Historisch Vooronderzoek naar NGE” wordt in zijn geheel uit de WSCS-OCE gehaald waarbij hiervoor niets in de plaats komt.

Wel heeft ondertussen de NGE branche een vrijwillige certificering voorbereid waarin vernieuwde voorwaarden voor een “Historisch Vooronderzoek naar NGE” zijn geregeld. Naar alle waarschijnlijkheid wordt bij het van kracht gaan van de nieuwe WSCS-OCE (1 mei 2020) de vrijwillige certificering gelanceerd.

Hoe de vrijwillige certificering (voor het Historisch Vooronderzoek naar NGE) er exact uit gaat zien is nog niet bekend. Wel is duidelijk dat in grove lijnen de huidige WSCS-OCE voor vooronderzoeken gevolgd gaat worden en dat er een aantal bronnen extra geraadpleegd moet gaan worden.

Het huidige WSCS-OCE (en dus ook de nieuwe) en de vrijwillige certificering zijn met name geschreven voor onderzoek op het land. Afgelopen jaren is duidelijk geworden dat deze regelgeving niet goed bruikbaar is voor onderzoek op zee. Enerzijds zijn de verplichte bronnen niet toegespitst op oorlogshandelingen op zee waardoor de meeste oorlogshandelingen gemist worden (en gebieden mogelijk onterecht onverdacht worden verklaard) anderzijds moeten gebeurtenissen door twee verschillende bronnen bekrachtigd worden. Indien dat niet lukt kan niet aangetoond worden dat een gebied op een bepaalde oorlogshandeling verdacht is waarna de conclusie getrokken moet worden dat een gebied onverdacht is. Verder is gebleken dat de lijst met leemtes in kennis buiten proportioneel lang is waardoor de conclusie van het vooronderzoek sterk in twijfel getrokken moet worden. Bovendien is het huidige WSCS-OCE voornamelijk toegespitst op de Tweede Wereldoorlog, terwijl op zee ook NGE van de Eerste Wereldoorlog worden verwacht.

Vanwege de beperkingen die de huidige regelgeving heeft t.a.v. NGE-vooronderzoek op zee en onduidelijkheden over de toekomstige regelgeving is ervoor gekozen een quickscan NGE uit te voeren.

Voorliggende quickscan NGE en verwachtingskaart voldoen niet aan de wettelijke eisen zoals gesteld in het WSCS-OCE en kan dan ook niet gebruikt worden voor veldonderzoek (detectie- en opsporingswerkzaamheden). Wel geeft dit rapport inzicht waar zich de verdachte gebieden NGE bevinden en wordt een indicatie gegeven welke verschillende hoofdsoorten NGE aangetroffen kunnen worden in het projectgebied.

1.3 Werkwijze

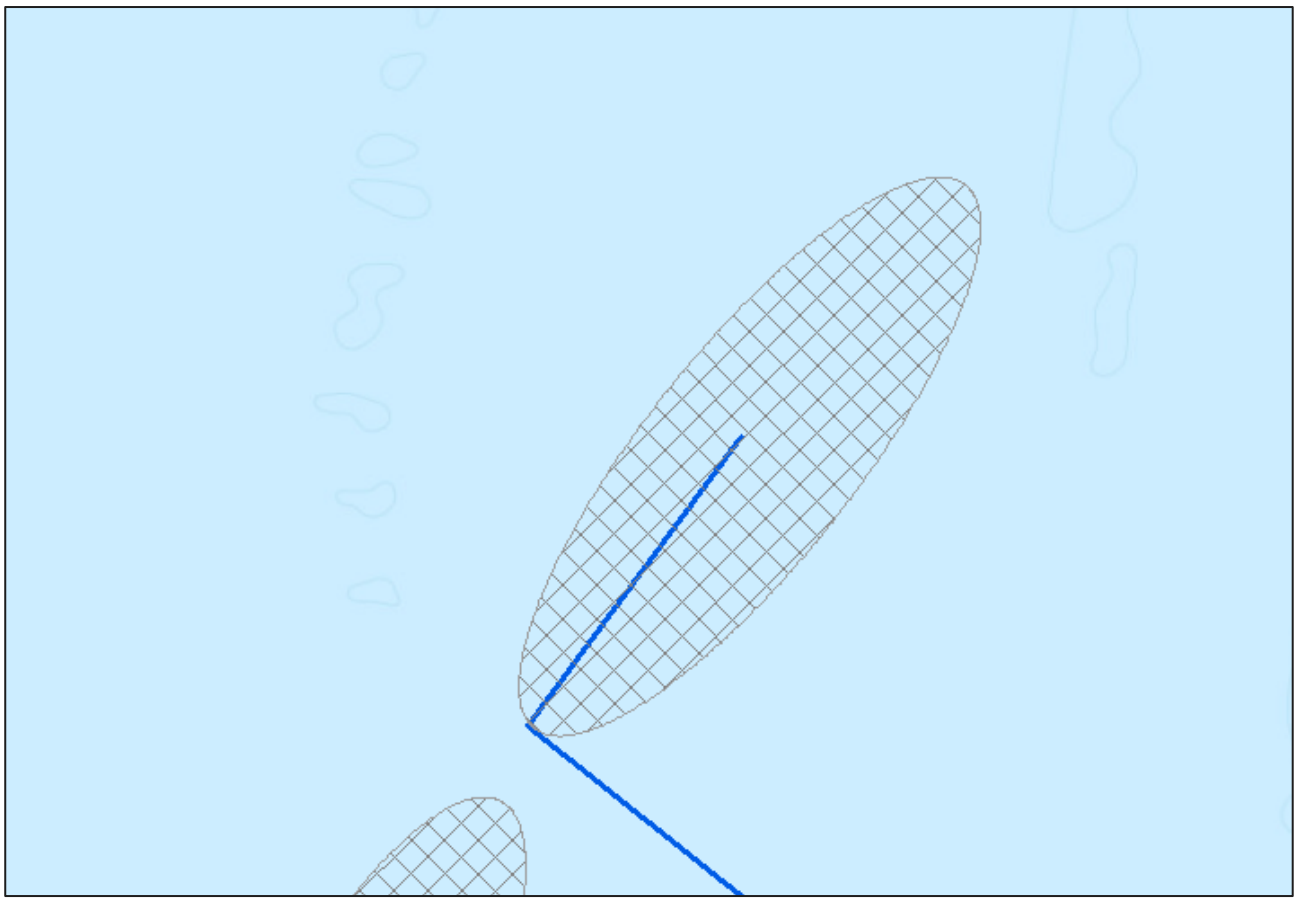
De quickscan NGE met bijbehorende verwachtingskaart wordt gemaakt op basis van *expert judgement*. Hierbij wordt gebruikgemaakt van kennis die is opgedaan bij reeds uitgevoerde vooronderzoeken op zee. Andere bronnen die van belang zijn bij het opstellen van dit rapport is de risicokaart NGE van de gemeente Rotterdam; eerder uitgevoerde vooronderzoeken op land; het vooronderzoek Net op zee Hollandse Kust (zuid) en door de opdrachtgever aangeleverde vooronderzoeken van het Haringvliet. Tenslotte is gebruikgemaakt van de kustwachtdatabase over NGE-vondsten en ruimingen op zee over de periode 2005-2016.

2 EFFECTBEOORDELING NGE

In de effectbeoordeling wordt per onderdeel van Net op zee IJmuiden Ver gekeken of deze in een potentieel NGE-verdacht gebied liggen en/of deze doorkruisen. Deze quickscan geeft echter geen definitieve afbakening van het verdachte gebied NGE, maar geeft een indicatie van het te verwachten verdachte gebied als een volledig vooronderzoek NGE wordt uitgevoerd.

2.1 Platform IJmuiden Ver Beta en 66kV-interlinkkabel

Voor het platform IJmuiden Ver Beta is door TenneT een zoekgebied gegeven waarbinnen het converterplatform op zee (2GW) en de 66kV-interlinkkabel worden geplaatst. Het converterplatform zal worden geplaatst (circa 22 meter boven de waterspiegel) op een Jacket met een stalen paalconstructie.



Figuur 2-1 Zoekgebied platform IJmuiden Ver Beta.

2.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven NGE worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Alleen al voor de kust van IJmuiden vonden er 36 zeeslagen plaats tijdens de oorlog. Hierbij werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het zoekgebied voor het platform IJmuiden Ver Beta ligt op ruim 70 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.

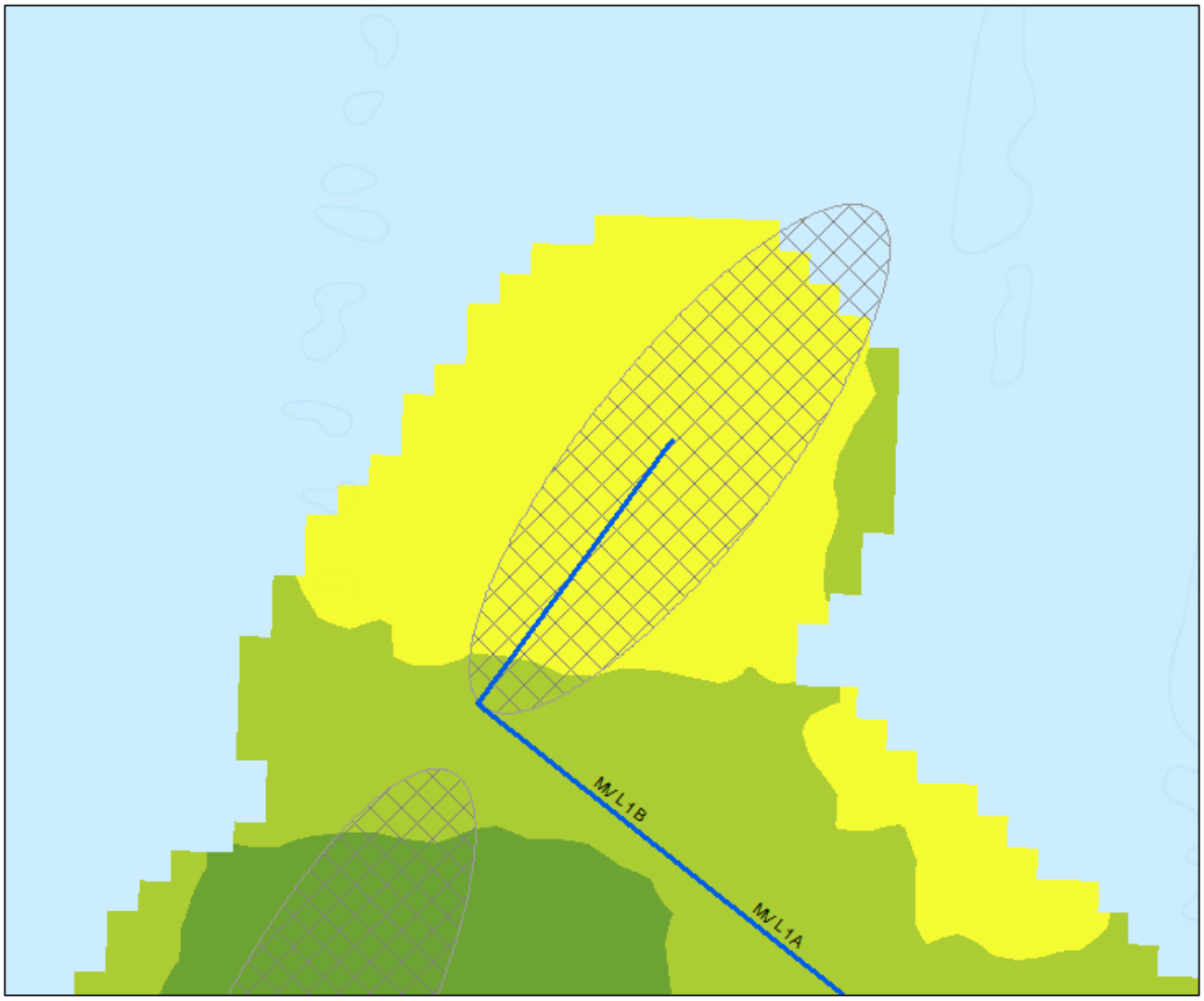
Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee (zogenaamde '*jettisons*'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze NGE tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op 227 luchtaanvallen in de *North Sea Bomb Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevinden het zoekgebied Platform IJmuiden Ver Beta en 66kV-Interlinkkabel zich in een gemiddeld risicogebied afwerpmunitie (aangegeven op de *Bomb Risk Map* als geel/lichtgroen).



Figuur 2-2 Bomb Risk Map en het Zoekgebied Platform IJmuiden Ver Beta.

Mijnenvelden op zee

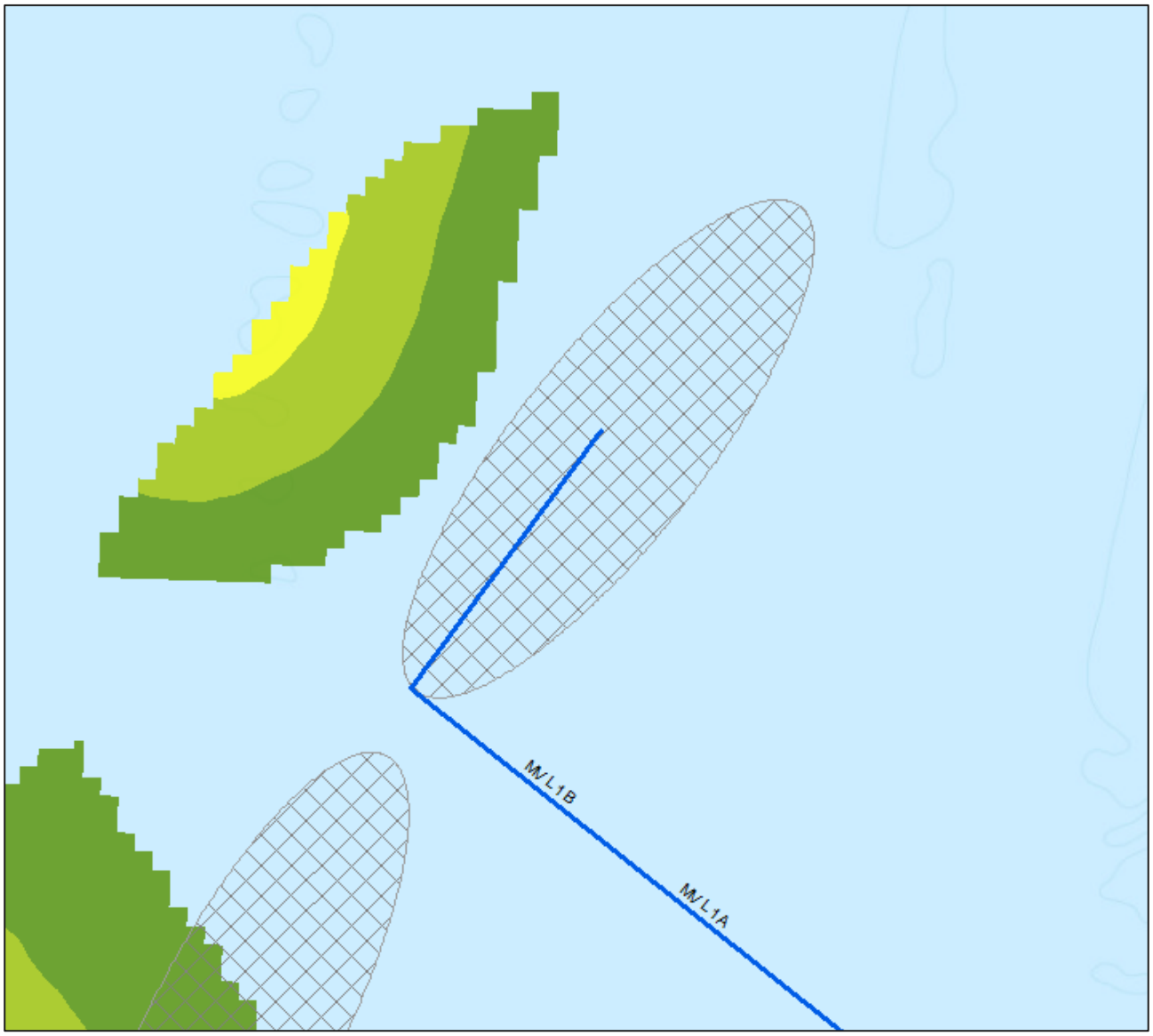
Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvooiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevindt het zoekgebied Platform IJmuiden Ver Beta zich buiten het risicogebied zeemijnen.



Figuur 2-3 Mine Risk Map en het Zoekgebied Platform IJmuiden Ver Beta.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun NGE-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 20-25 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het zoekgebied voor het platform IJmuiden Ver Beta ligt op ruim 70 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

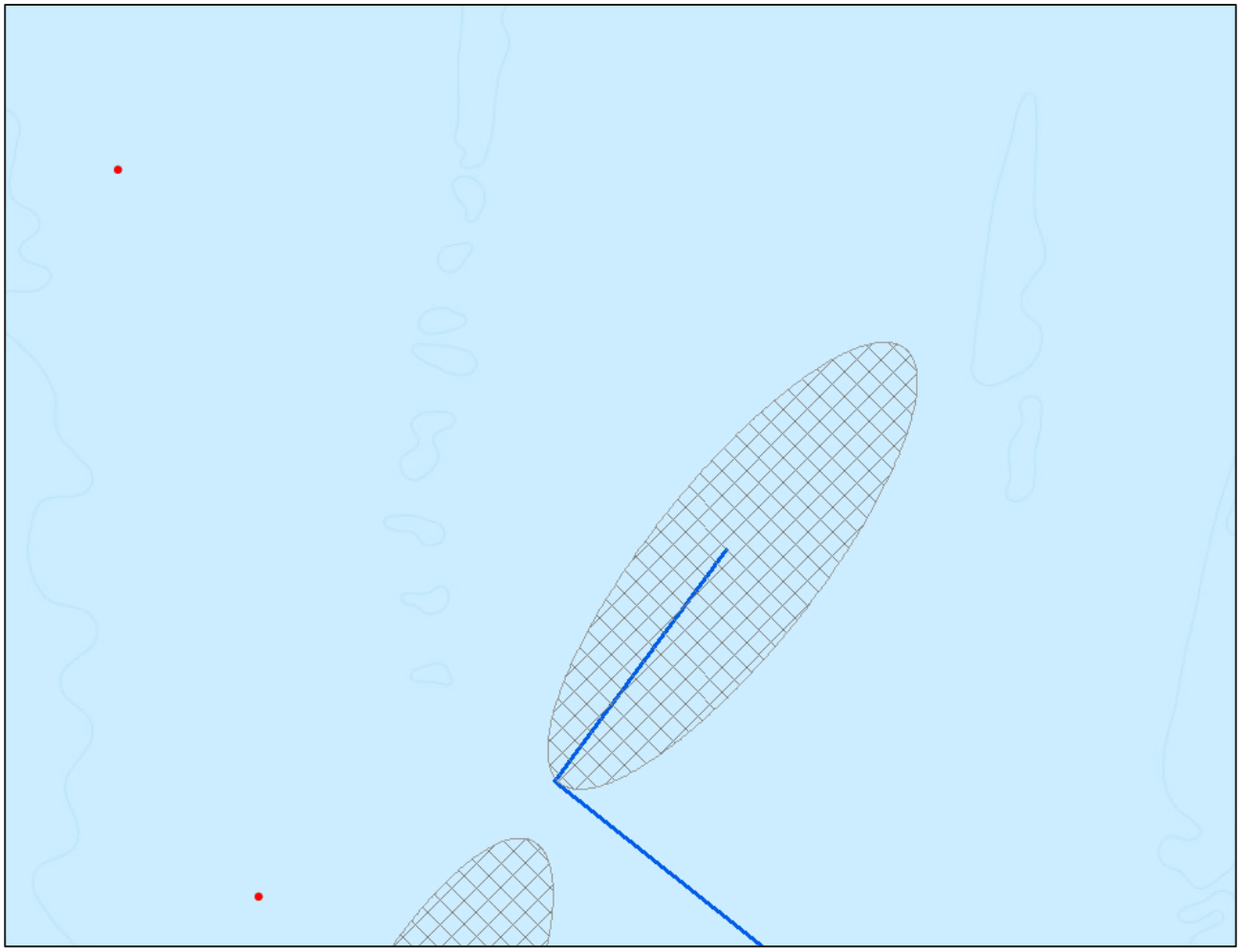
Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het zoekgebied.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar NGE wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2016.

Uit deze database valt op te maken dat er twee munitievondsten zijn gedaan op 5 à 10 kilometer van het zoekgebied platform IJmuiden Ver Beta.

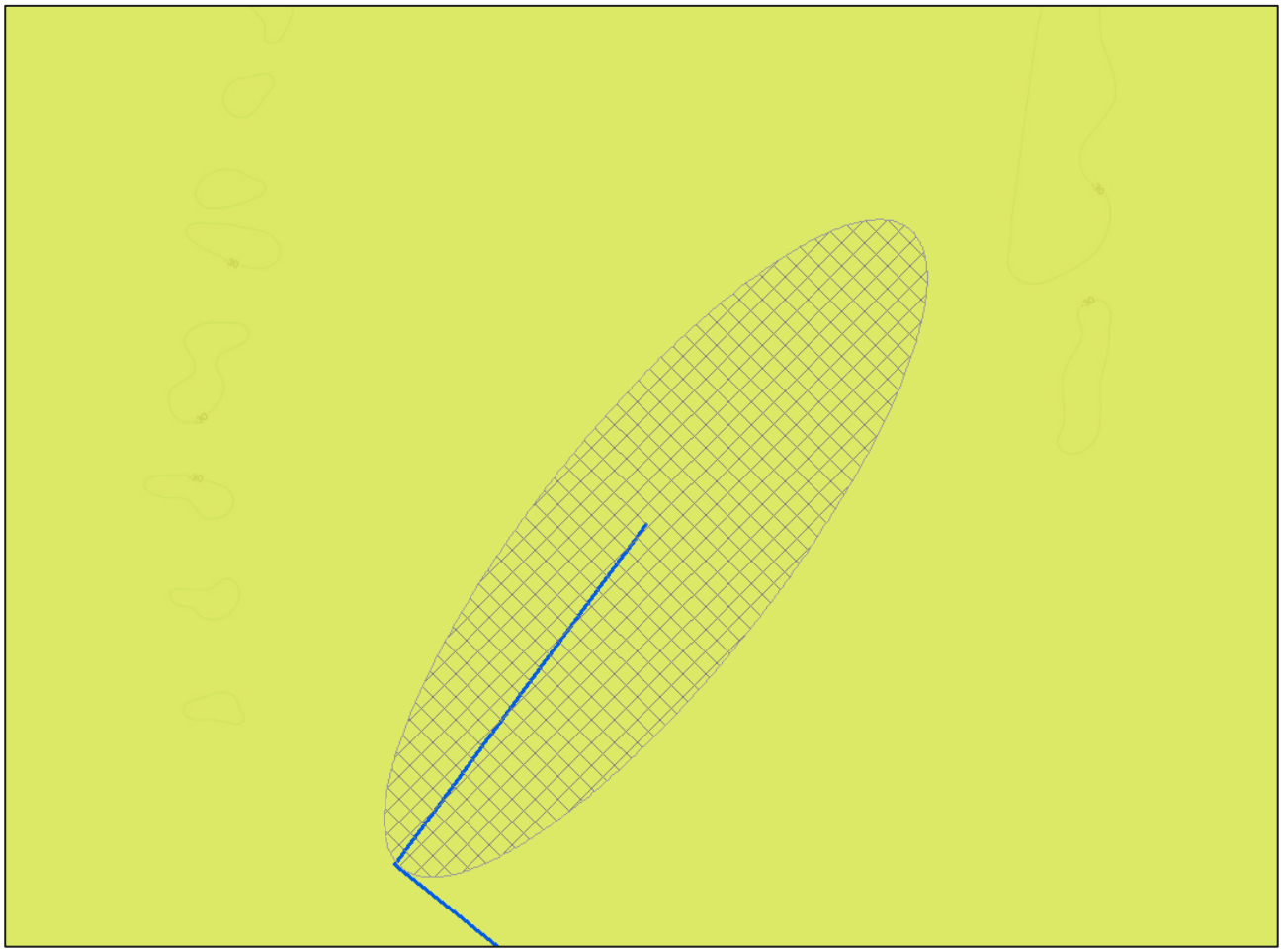


Figuur 2-4 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het zoekgebied platform IJmuiden Ver Beta.

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het zoekgebied Platform IJmuiden Ver Beta in een verdacht gebied NGE ligt. Hoofdsoorten NGE die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen)



Figuur 2-5 Verwachtingskaart NGE van het zoekgebied Platform IJmuiden Ver Beta. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte NGE-soorten afwerpmunitie en zeemijnen.

2.2 Tracéalternatief Maasvlakte (MVL-1)

Voor het 525kV-kabeltracé op zee voor IJmuiden Ver Beta zijn door TenneT een aantal alternatieven gegeven waarbinnen het kabeltracé kan worden geplaatst. Deze variant heeft betrekking op het tracéalternatief Maasvlakte-1 die loopt via de noordkant van de Maasvlakte in Rotterdam.



Figuur 2-6 Tracéalternatief Maasvlakte-1.

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven NGE worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

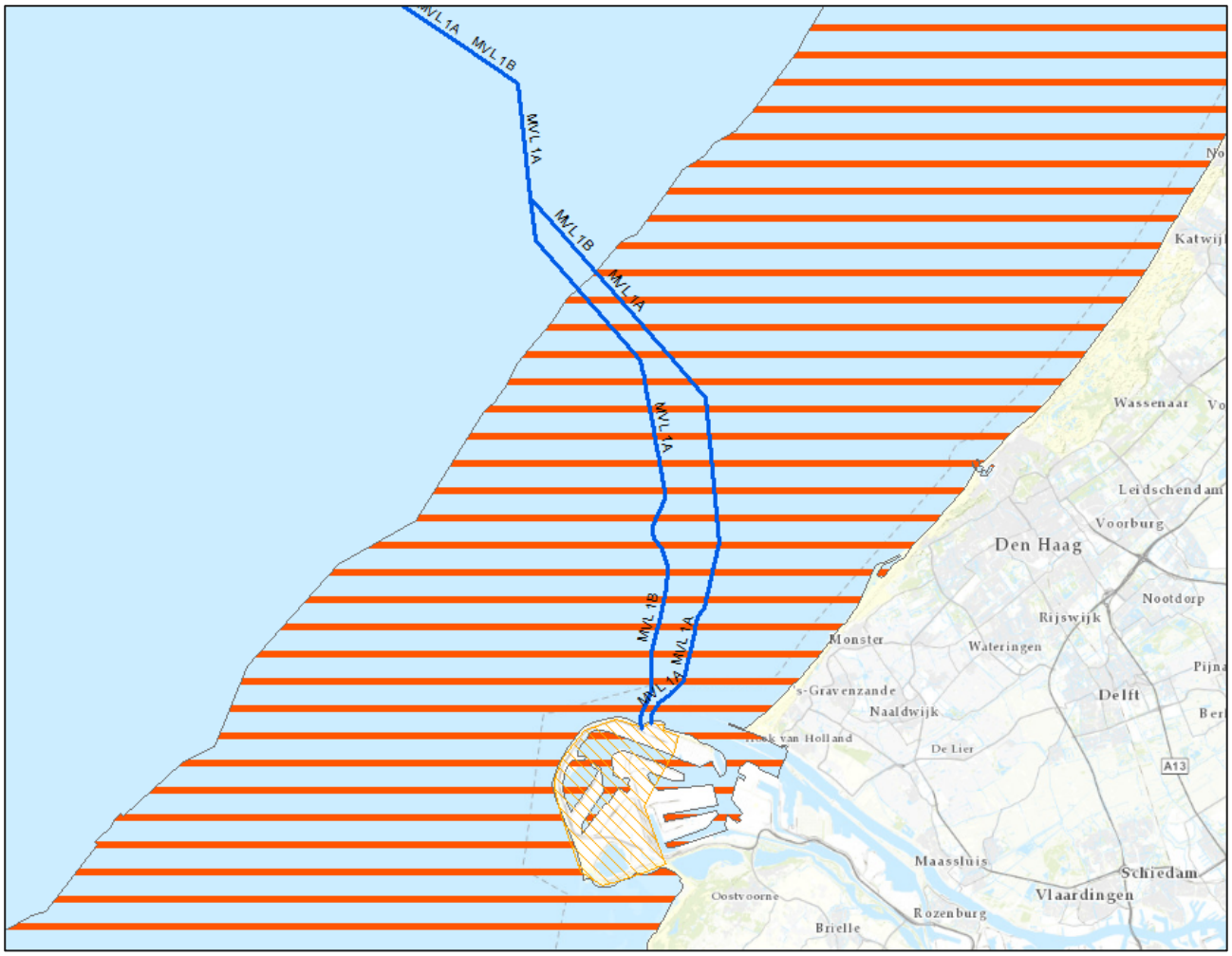
Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Bij de zeeslagen werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het tracéalternatief Maasvlakte-1 ligt gedeeltelijk binnen de 20 kilometer kustzone waar er NGE wordt verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.



Figuur 2-7 Gedeelte van de 20 kilometer zeegevechtszone (in rood) die overlap vertoont met het tracéalternatief Maasvlakte-1.

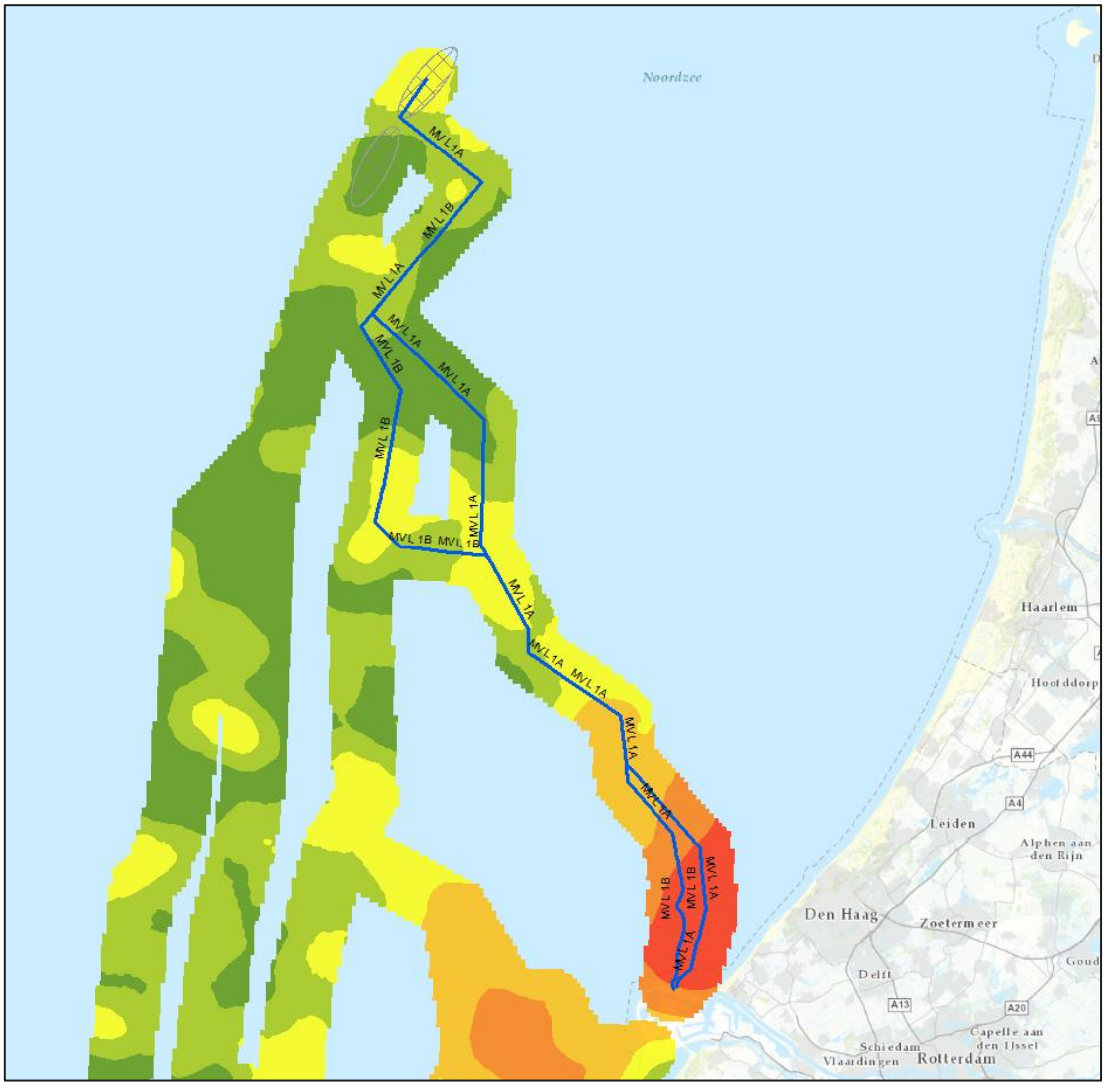
Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee. Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze NGE tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op 227 luchtaanvallen in de *North Sea Bomb Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevindt het tracéalternatief Maasvlakte-1 zich in zowel hoge (oranje/rood) als lage (groen/donkergroen) risicogebieden afwerpmunitie.



Figuur 2-8 Bomb Risk Map en het tracéalternatief Maasvlakte-1.

Mijnenvelden op zee

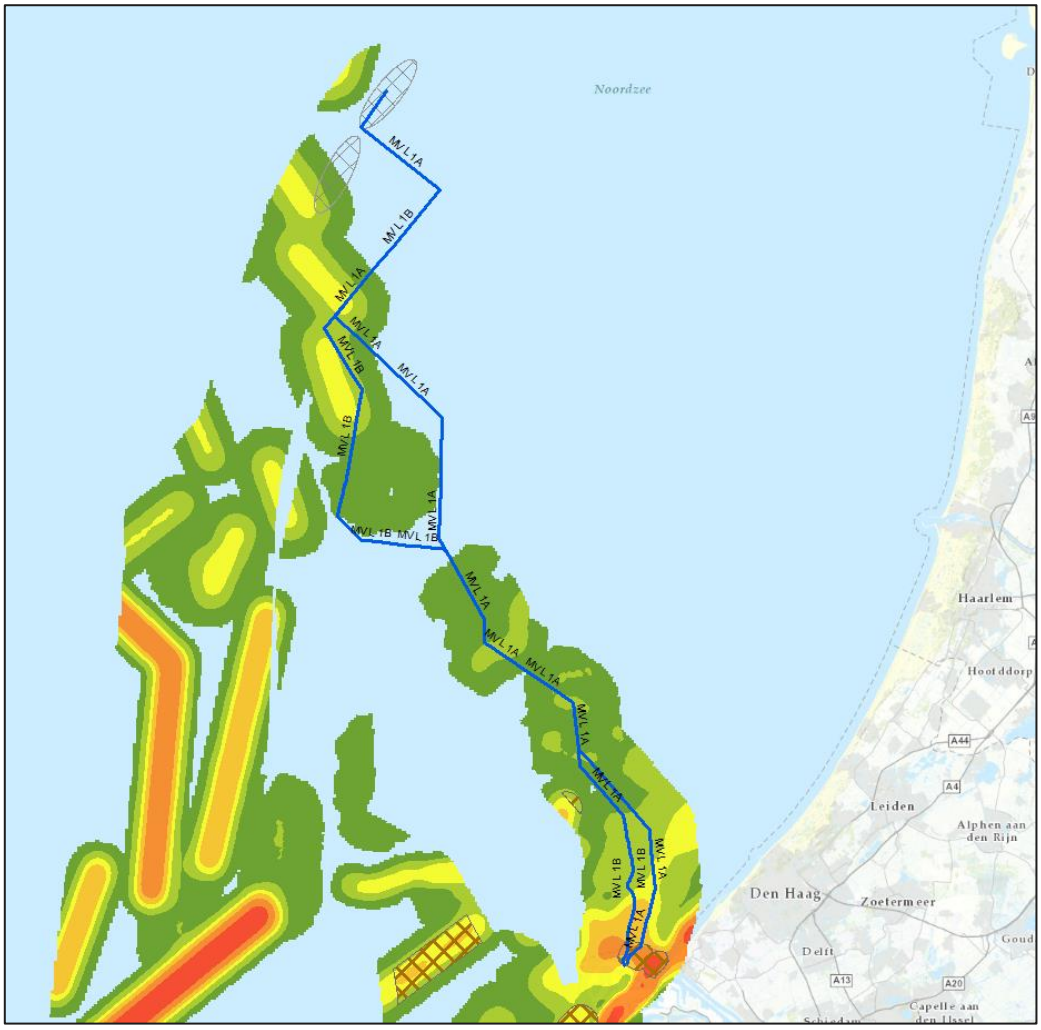
Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvooiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruist het tracéalternatief Maasvlakte-1 verschillende mijnenvelden. De bijbehorende risicogebieden zijn hoog (oranje/rood) of laag (groen/donkergroen). Speciale aandacht is er verder nog voor zeemijnen zonder ferometalen (*non-ferrous*) die lastig te detecteren zijn. Deze mijnenvelden liggen voor de monding van de Nieuwe Waterweg.



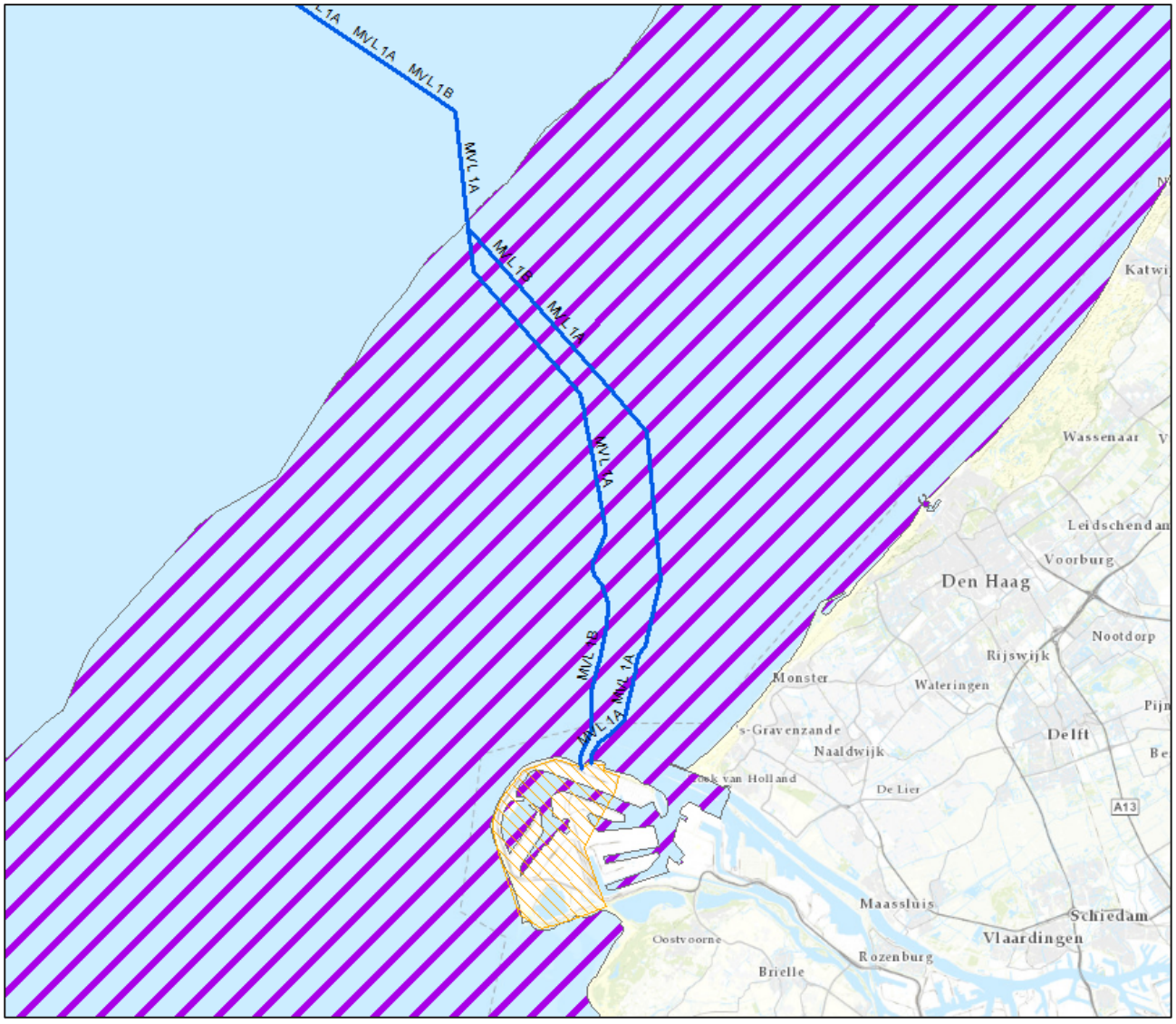
Figuur 2-9 Mine Risk Map en het tracéalternatief Maasvlakte-1. In bruin zijn de 'non-ferrous' mijnenvelden aangegeven.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun NGE-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 22 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het tracéalternatief Maasvlakte-1 ligt gedeeltelijk binnen de 22 kilometer kustzone van het kustgeschut. Daarom wordt er een verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

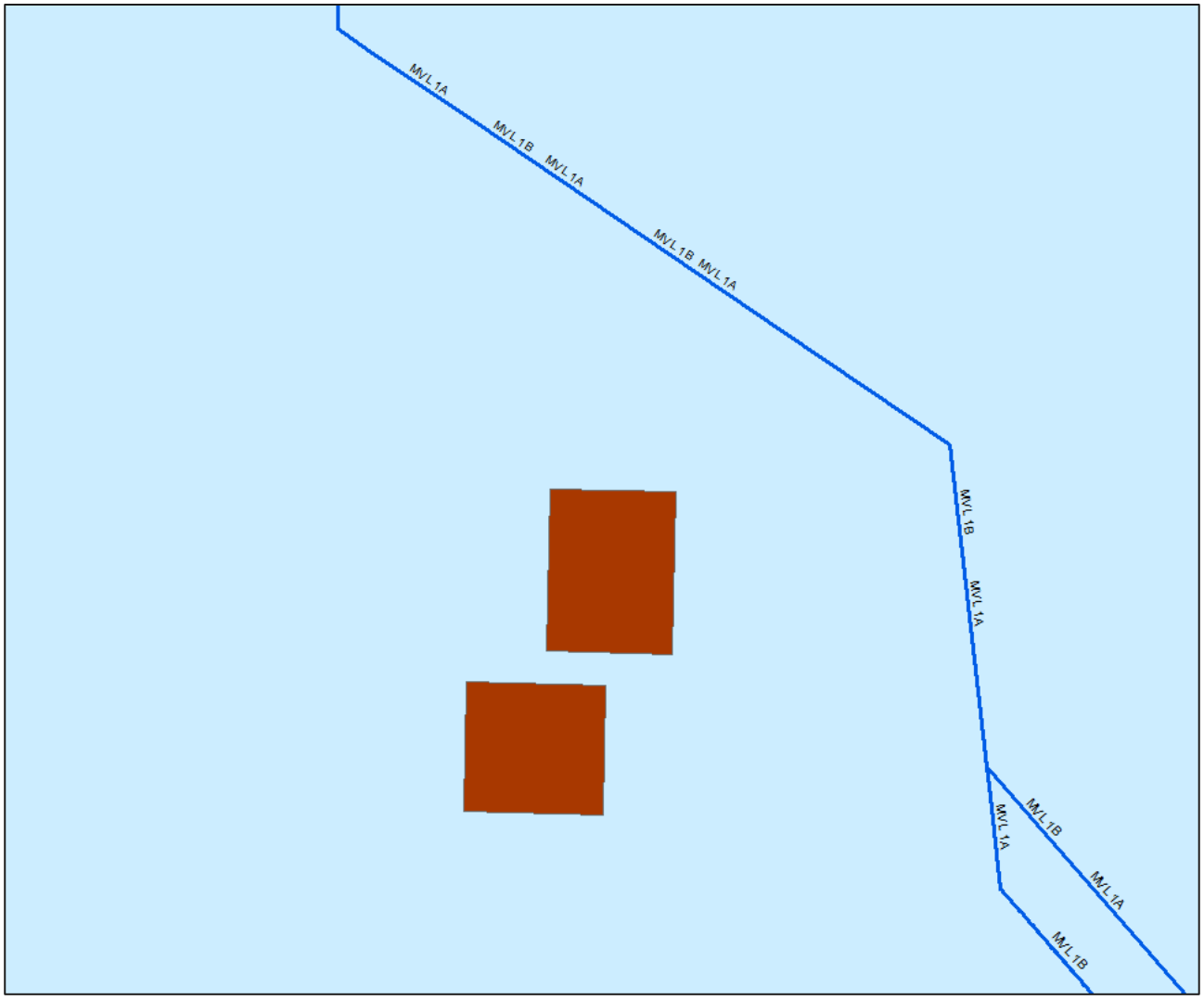
NB. Op eiland De Beer/Rozenburg stond zwaarder kustgeschut (afkomstig van het slagschip Gneisenau) met een mogelijk bereik van 40-43 km. Onduidelijk is of dit geschut ooit in actie is geweest.



Figuur 2-10 Gedeelte van de 22 kilometer kustgeschutzone (in paars) die overlap vertoont met het tracéalternatief Maasvlakte-1.

Munitiedumplocaties

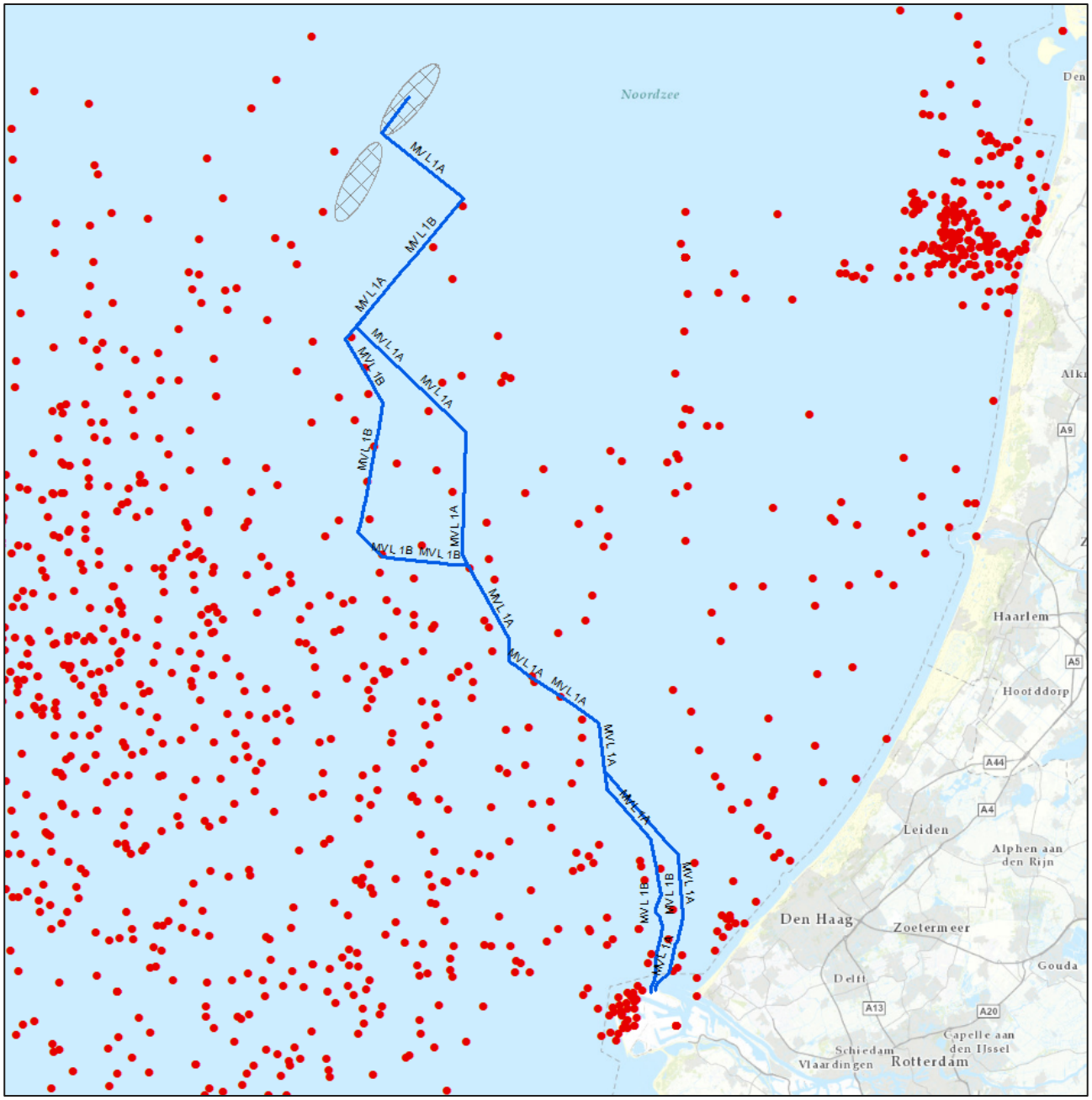
Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Eén van de bekende munitiedumplocaties ligt ongeveer 3 kilometer ten zuidwesten van het tracéalternatief. Mogelijk kruist het tracéalternatief de veiligheidszone van deze munitiedumplocatie.



Figuur 2-11 Locatie van munitiedumplocaties in de omgeving van het tracéalternatief Maasvlakte-1.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar NGE wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2016.



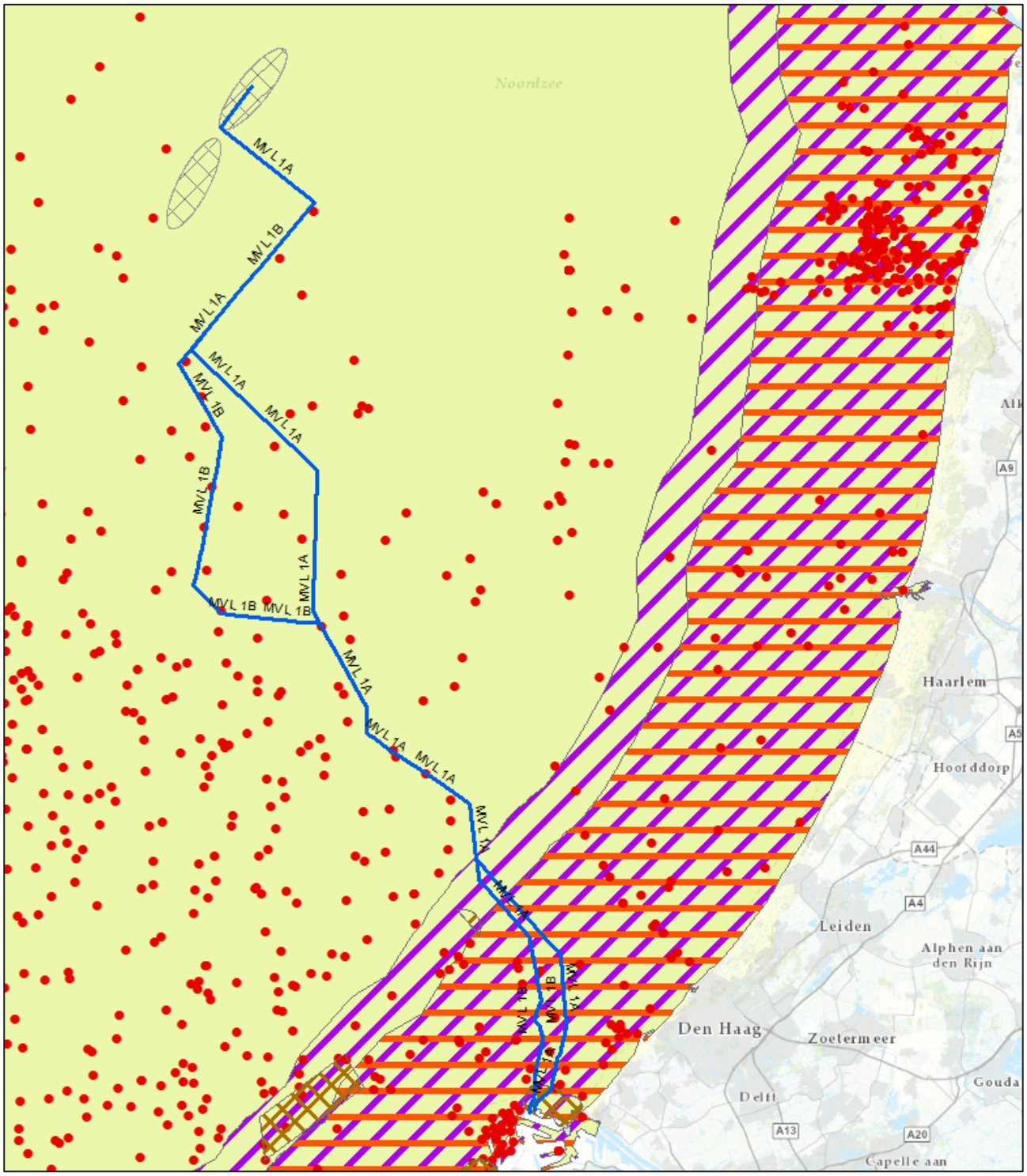
Figuur 2-12 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het tracéalternatief Maasvlakte-1.

Uit deze database valt op te maken dat er ongeveer 20 munitievondsten zijn gedaan binnen 1 kilometer van het tracéalternatief Maasvlakte-1. Het ging hierbij o.a. om een munitiekist met granaten, een Britse vliegtuigbom van 500 lb en een Amerikaanse vliegtuigbom van 1000 lb.

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het tracéalternatief Maasvlakte-1 in een verdacht gebied NGE ligt. Hoofdsoorten NGE die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)



Figuur 2-13 Verwachtingskaart NGE van het tracéalternatief Maasvlakte-1. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte NGE-soorten afwerpmunitie en onderwatermunitie, paars voor geschutmunitie en oranje voor raketten. De rode stippen geven eerdere munitievondsten aan en de bruine gebieden 'non-ferrous' mijnenvelden.

2.3 Tracéalternatief Maasvlakte (MVL-2)

Voor het 525kV-kabeltracé op zee voor IJmuiden Ver Beta zijn door TenneT een aantal alternatieven gegeven waarbinnen het kabeltracé kan worden geplaatst. Deze variant heeft betrekking op het tracéalternatief Maasvlakte-2 die loopt via de zuidkant van de Maasvlakte in Rotterdam.



Figuur 2-14 Tracéalternatief Maasvlakte-2.

2.3.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven NGE worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

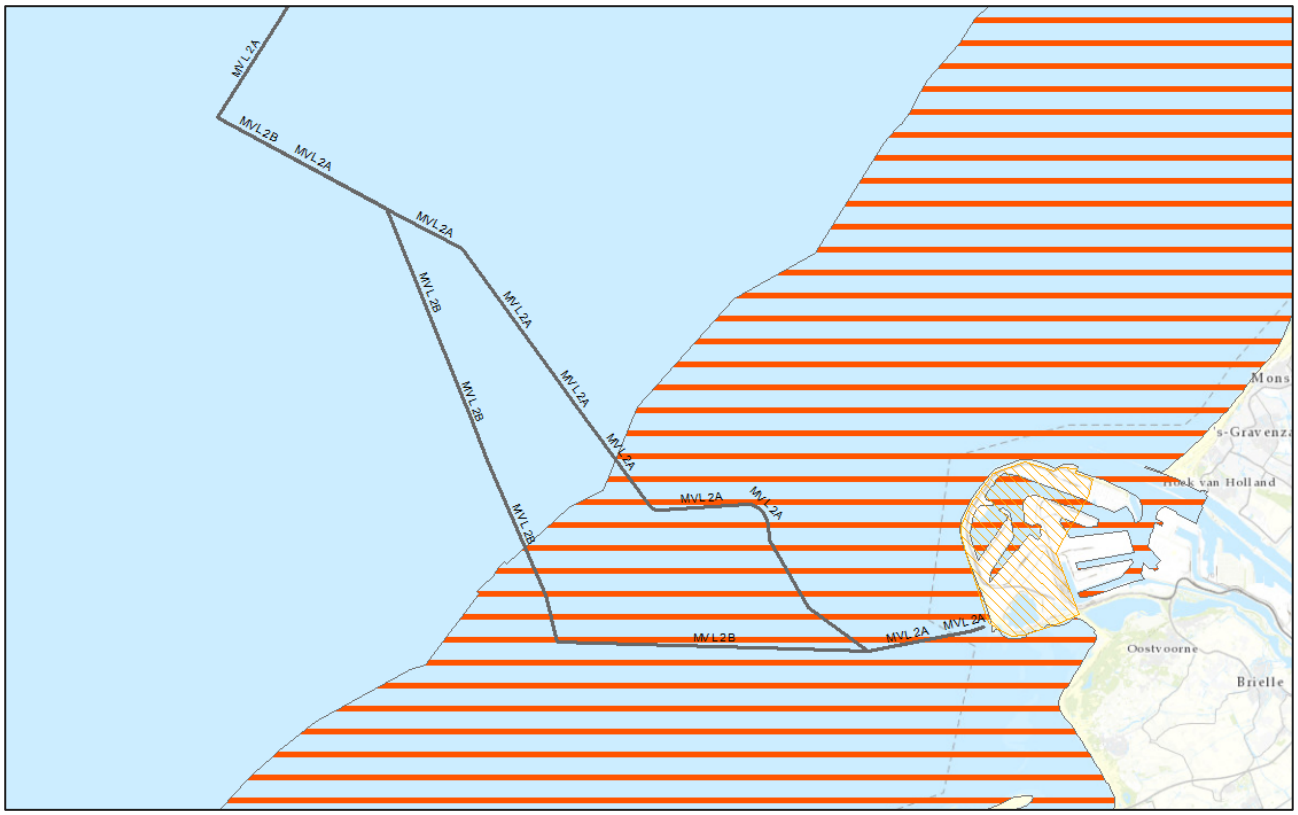
Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Bij deze zeeslagen werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het tracéalternatief Maasvlakte-2 ligt gedeeltelijk binnen de 20 kilometer kustzone waar er NGE wordt verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.



Figuur 2-15 Gedeelte van de 20 kilometer zeegevechtszone (in rood) die overlap vertoont met het tracéalternatief Maasvlakte-2.

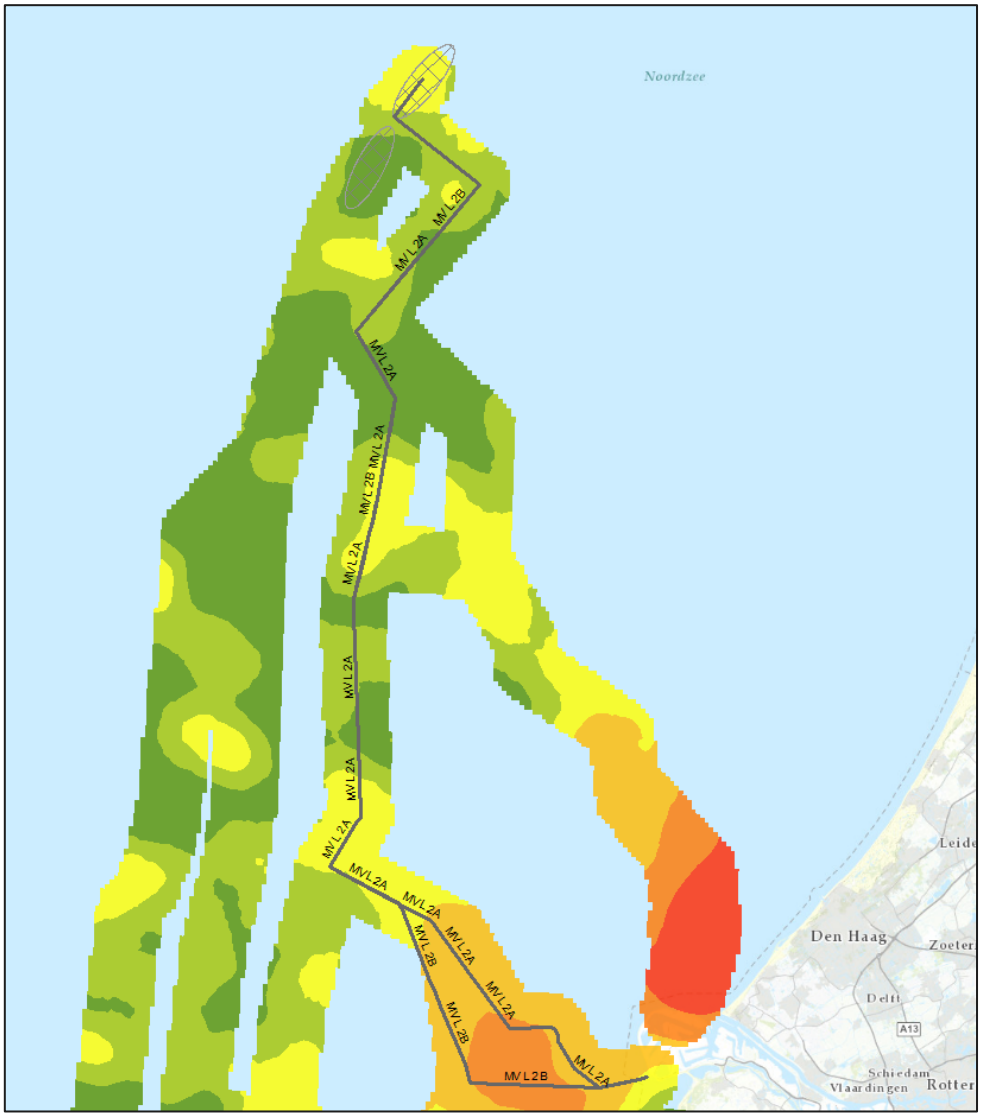
Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee. Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze NGE tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op 227 luchtaanvallen in de *North Sea Bomb Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevindt het tracéalternatief Maasvlakte-2 zich in zowel hoge (oranje) als lage (groen/donkergroen) risicogebieden afwerpmunitie.



Figuur 2-16 Bomb Risk Map en het tracéalternatief Maasvlakte-2.

Mijnenvelden op zee

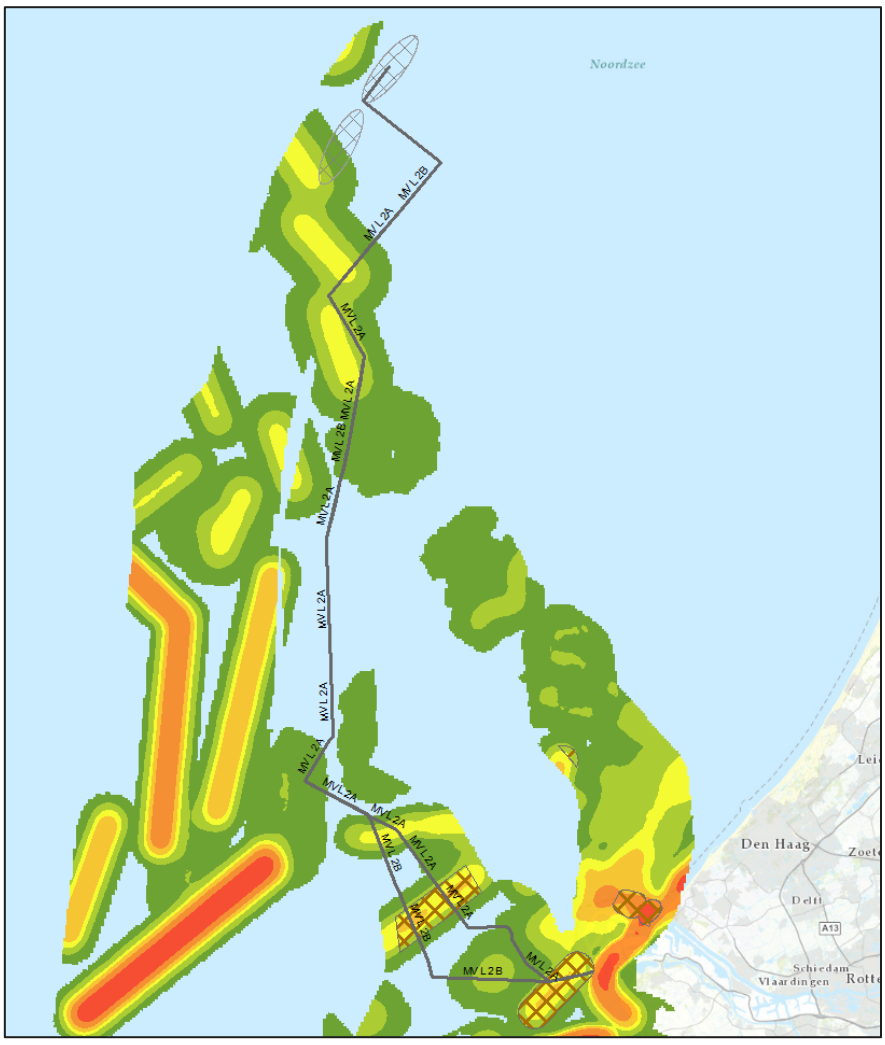
Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvooiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruist het tracéalternatief Maasvlakte-2 verschillende mijnenvelden. De bijbehorende risicogebieden zijn hoog (oranje) of laag (groen/donkergroen). Speciale aandacht is er verder nog voor zeemijnen zonder ferometalen (*non-ferrous*) die lastig te detecteren zijn. Deze mijnenvelden liggen op de Noordzee en voor de monding van het Haringvliet.



Figuur 2-17 Mine Risk Map en het tracéalternatief Maasvlakte-2. In bruin zijn de 'non-ferrous' mijnenvelden aangegeven.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun NGE-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 22 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het tracéalternatief Maasvlakte-2 ligt gedeeltelijk binnen de 22 kilometer kustzone van het kustgeschut. Daarom wordt er een verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

NB. Op eiland De Beer/Rozenburg stond zwaarder kustgeschut (afkomstig van het slagschip Gneisenau) met een mogelijk bereik van 40-43 km. Onduidelijk is of dit geschut ooit in actie is geweest.



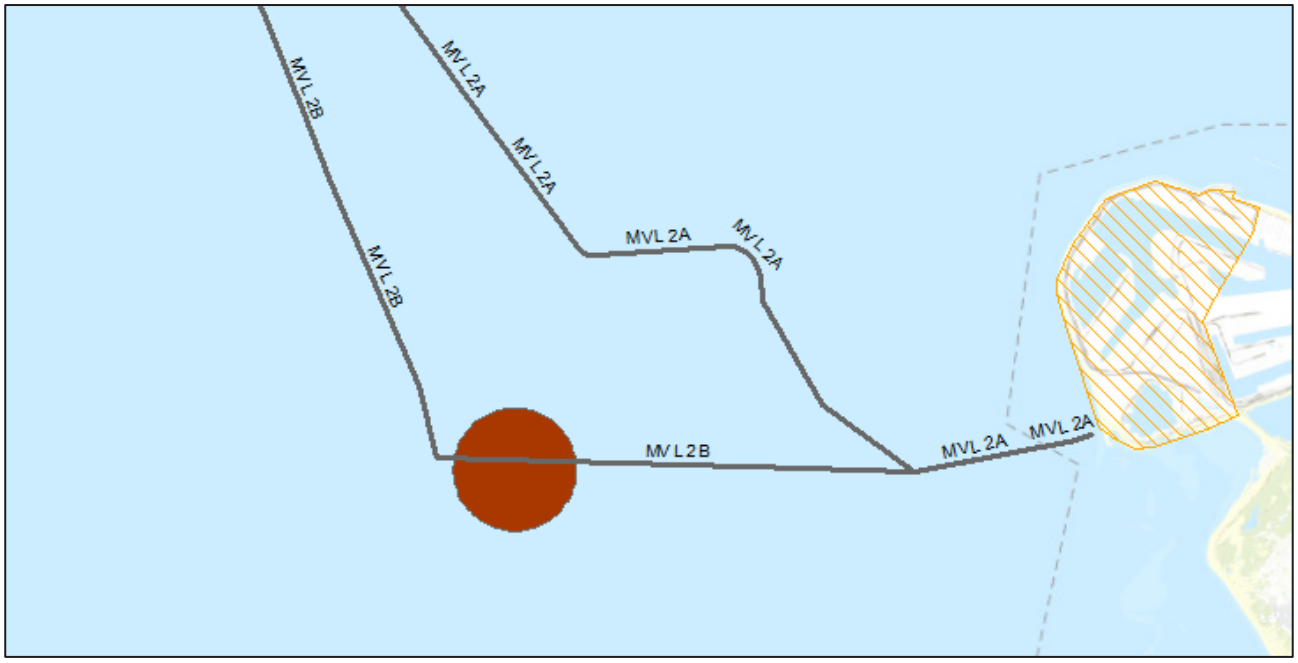
Figuur 2-18 Gedeelte van de 22 kilometer kustgeschutzone (in paars) die overlap vertoont met het tracéalternatief Maasvlakte-2.

Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het tracéalternatief.

Militaire oefengebieden

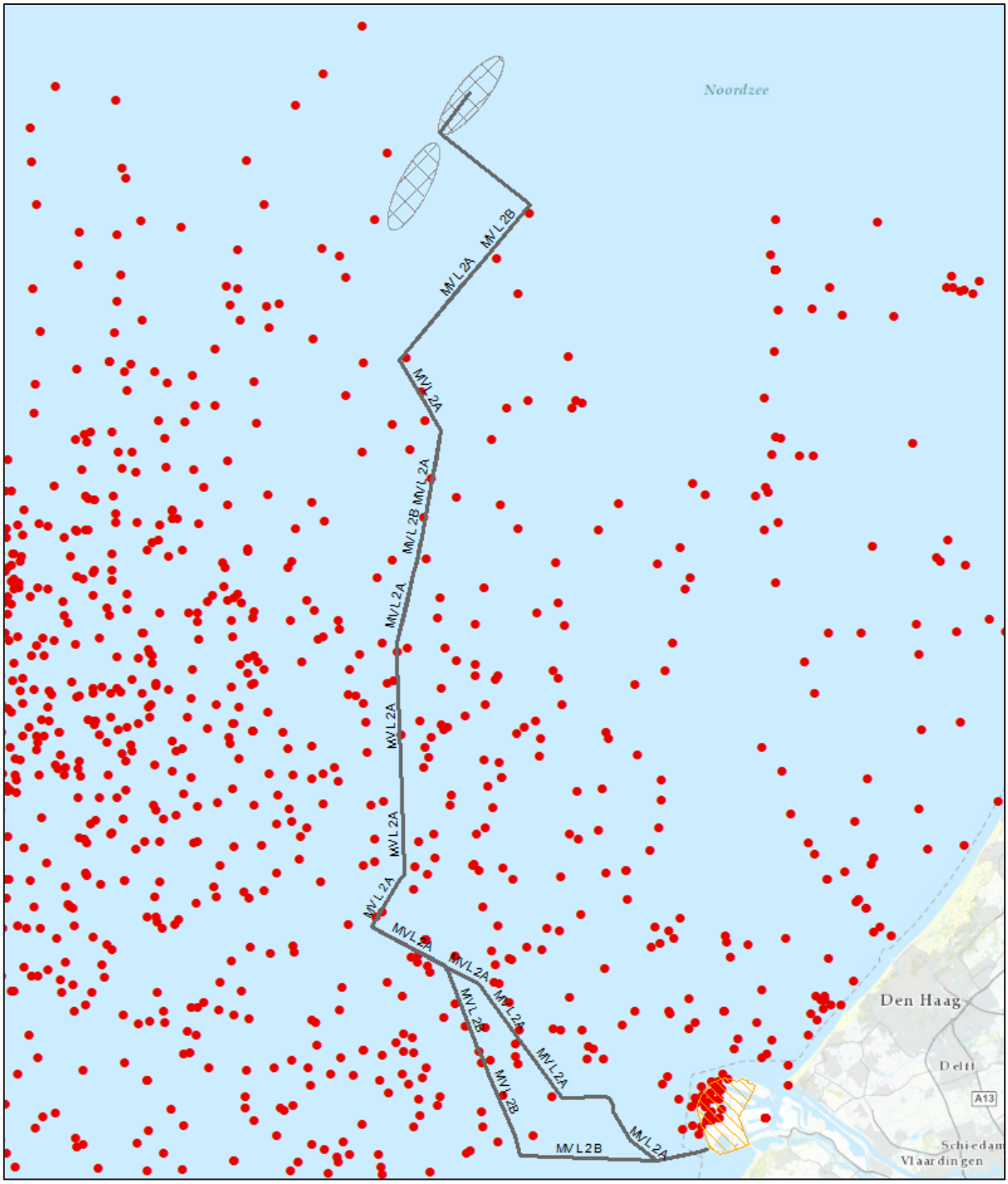
De Koninklijke Marine heeft op de Noordzee verschillende militaire oefengebieden voor het leggen en vegen van zeemijnen. Eén van deze oefengebieden (NB 9 Goeree) ligt binnen het tracéalternatief Maasvlakte-2B.



Figuur 2-19 Locatie van het militaire oefengebied NB 9 Goeree.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar NGE wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2016.



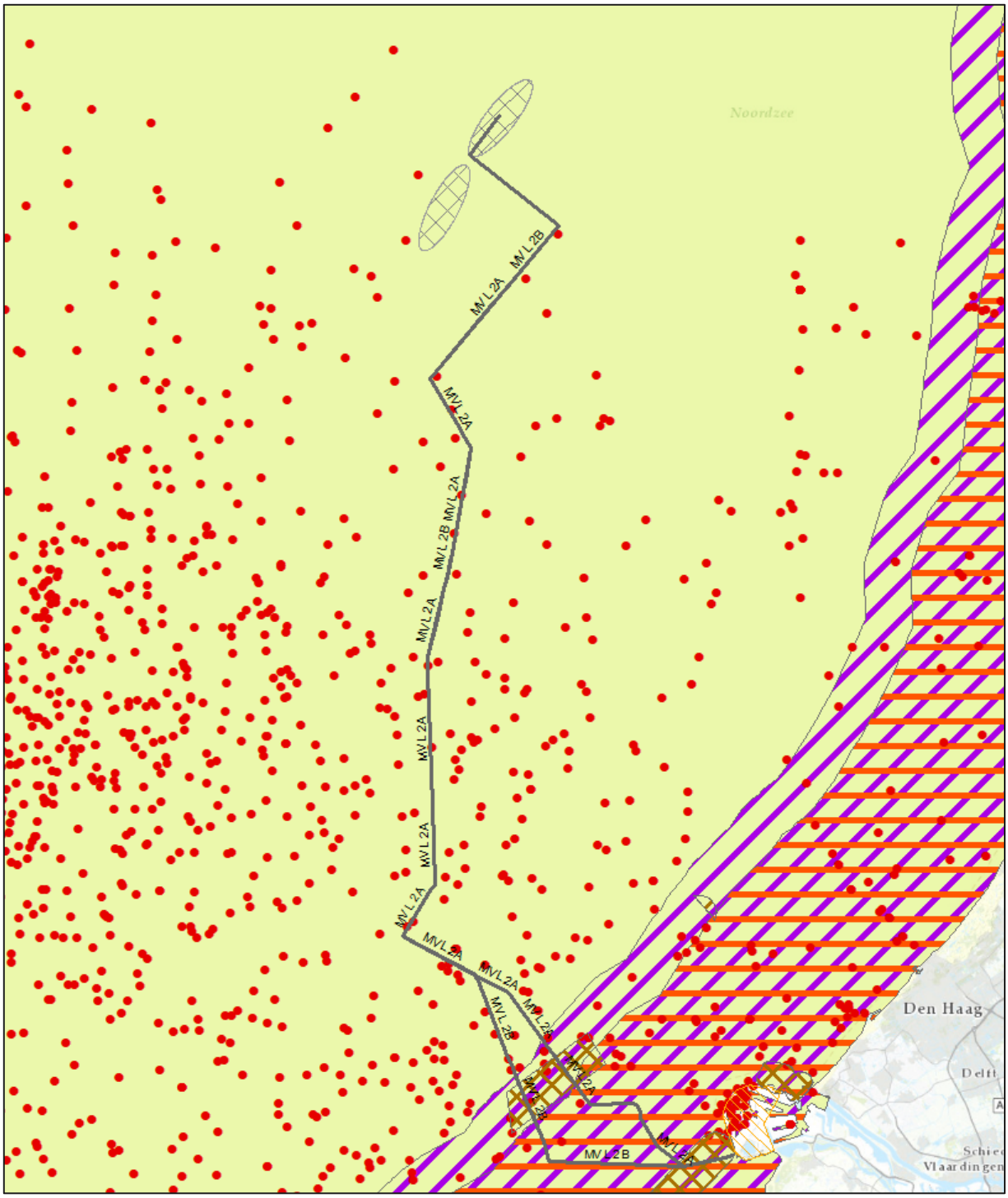
Figuur 2-20 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het tracéalternatief Maasvlakte-2.

Uit deze database valt op te maken dat er ongeveer 35-40 munitievondsten zijn gedaan binnen 1 kilometer van het tracéalternatief Maasvlakte-2. Het ging hierbij o.a. om een Duitse vliegtuigbom van 250 kg, vier vliegtuigbommen van 500 lb, twee Amerikaanse vliegtuigbommen van 1000 lb en een Britse vliegtuigbom van 2000 lb.

2.3.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het tracéalternatief Maasvlakte-2 in een verdacht gebied NGE ligt. Hoofdsoorten NGE die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

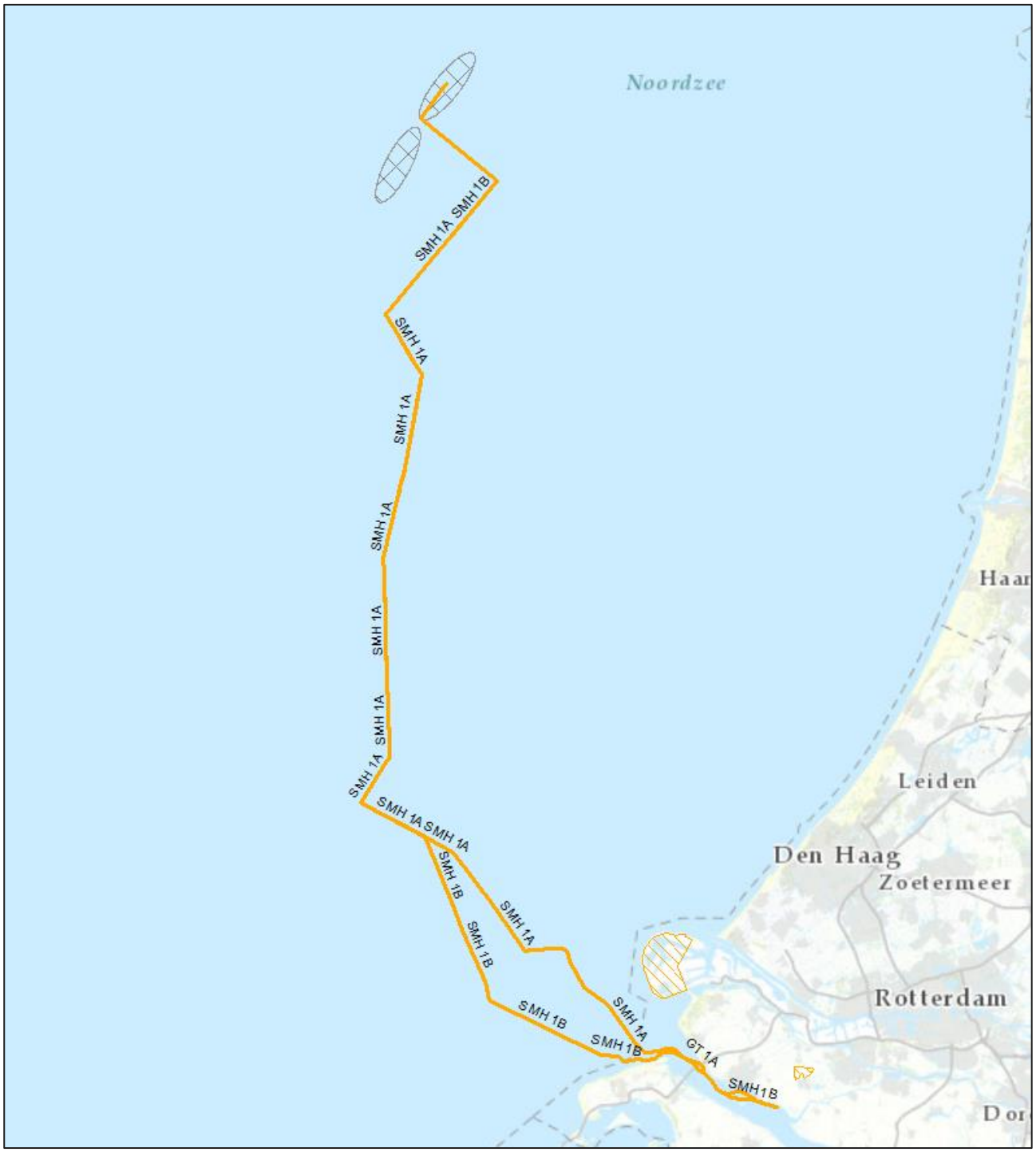
- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)



Figuur 2-21 Verwachtingskaart NGE van het tracéalternatief Maasvlakte-2. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte NGE-soorten afwerpmunitie en onderwatermunitie, paars voor geschutmunitie en oranje voor raketten. De rode stippen geven eerdere munitievondsten aan.

2.4 Tracéalternatief Simonshaven (SMH-1)

Voor het 525kV-kabeltracé op zee voor IJmuiden Ver Beta zijn door TenneT een aantal alternatieven gegeven waarbinnen het kabeltracé kan worden geplaatst. Deze variant heeft betrekking op het tracéalternatief Simonshaven-1 die loopt via Simonshaven en het Haringvliet.



Figuur 2-22 Tracéalternatief Simonshaven-1.

2.4.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven NGE worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

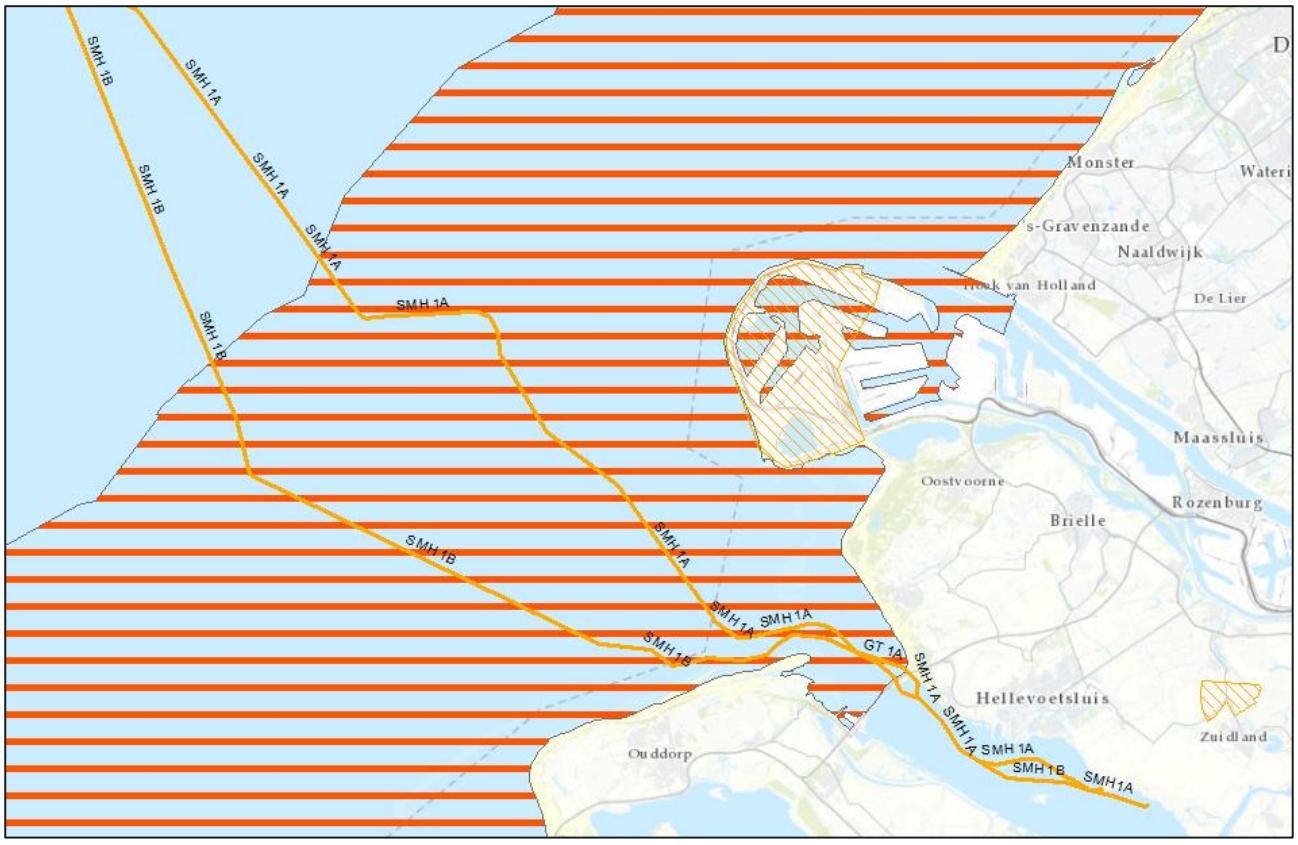
Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Bij deze zeeslagen werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het tracéalternatief Simonshaven-1 ligt gedeeltelijk binnen de 20 kilometer kustzone waar er NGE wordt verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.



Figuur 2-23 Gedeelte van de 20 kilometer zeegevechtszone (in rood) die overlap vertoont met het tracéalternatief Simonshaven-1.

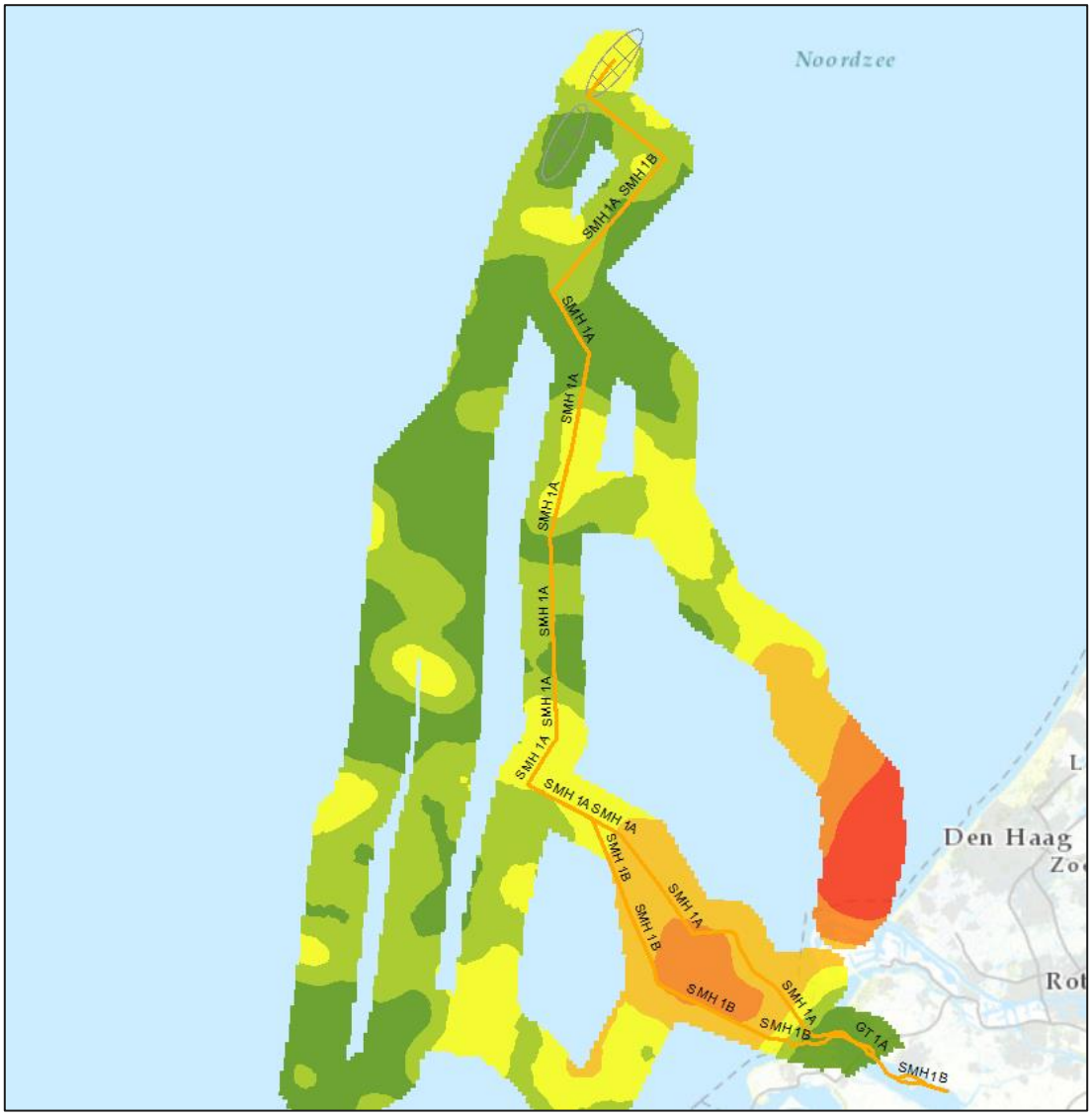
Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee. Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze NGE tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op 227 luchtaanvallen in de *North Sea Bomb Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevindt het tracéalternatief Simonshaven-1 zich in zowel hoge (oranje) als lage (groen/donkergroen) risicogebieden afwerpmunitie.



Figuur 2-24 Bomb Risk Map en het tracéalternatief Simonshaven-1.

Mijnenvelden op zee

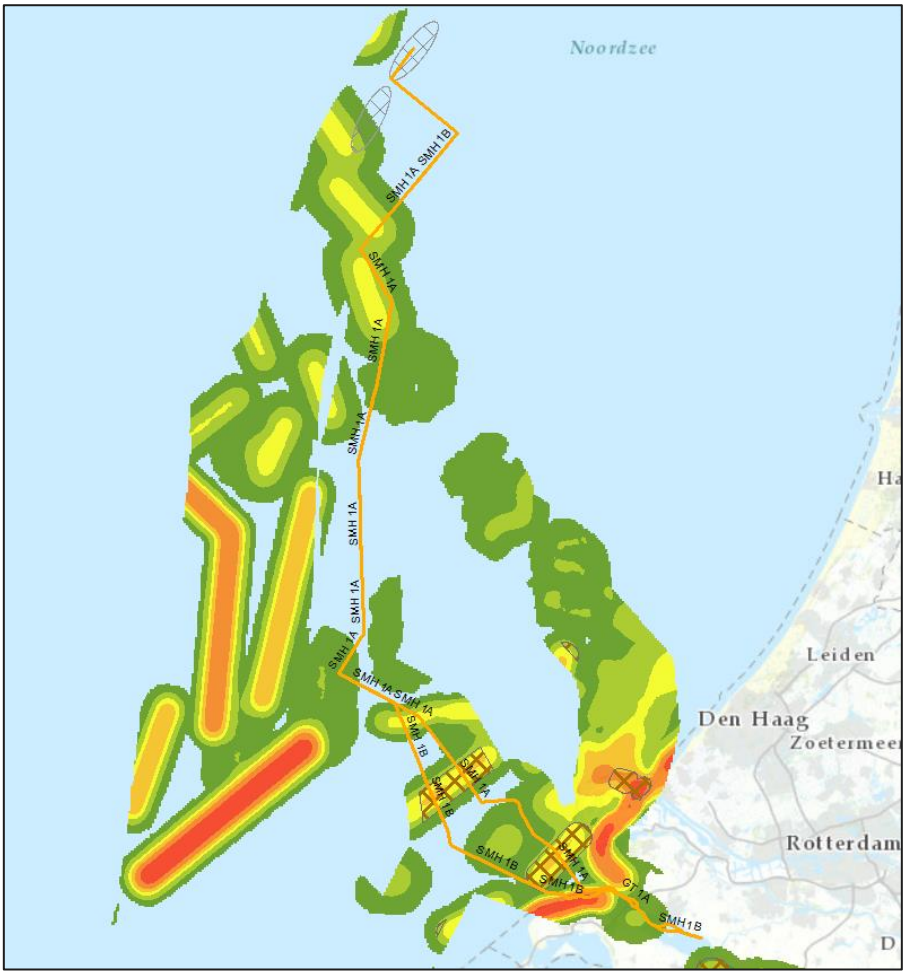
Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvooiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van NGE in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruist het tracéalternatief Simonshaven-1 verschillende mijnenvelden. De bijbehorende risicogebieden zijn hoog (oranje/rood) of laag (groen/donkergroen). Speciale aandacht is er verder nog voor zeemijnen zonder ferometalen (*non-ferrous*) die lastig te detecteren zijn. Deze mijnenvelden liggen voor de monding van de Nieuwe Waterweg.



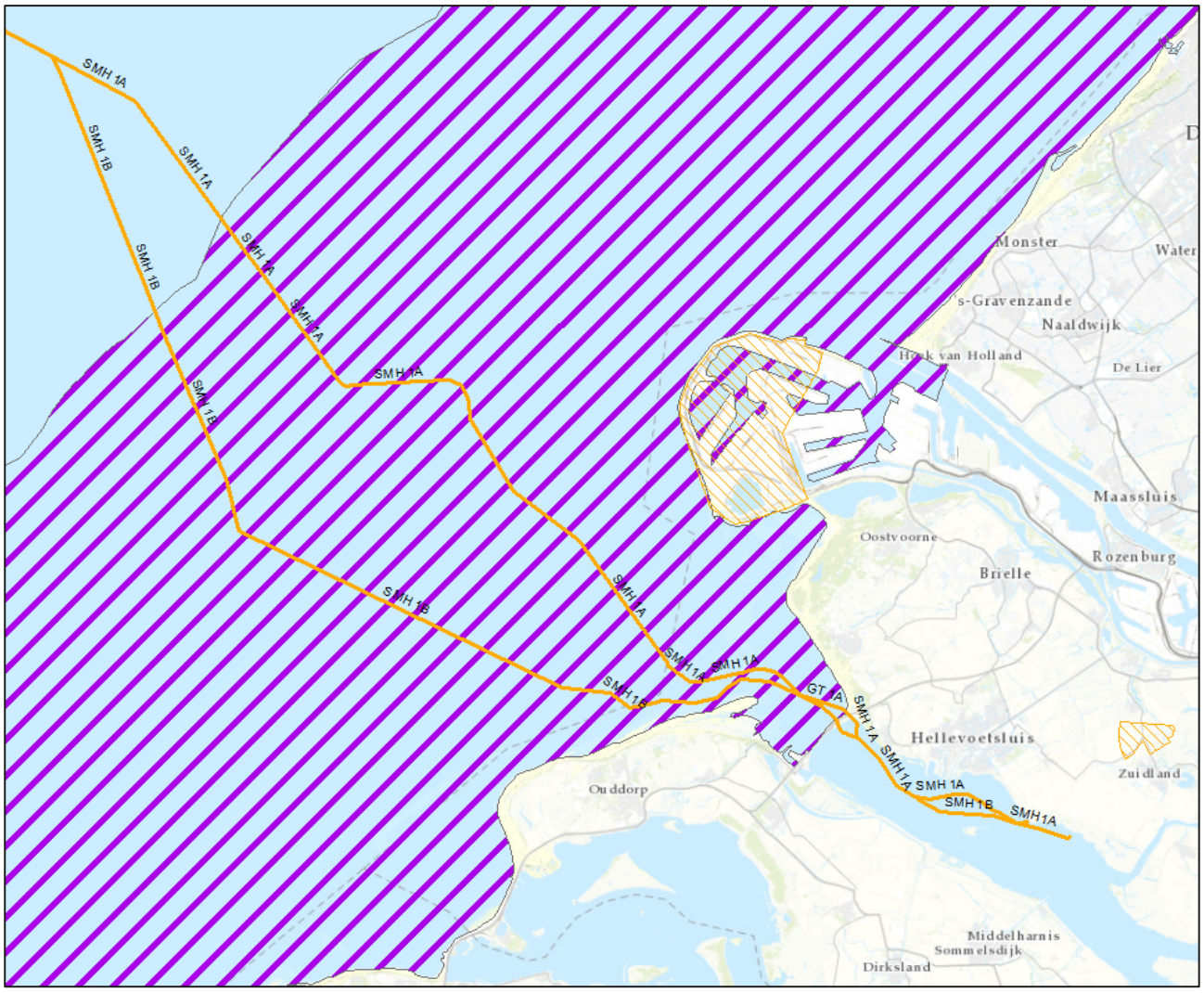
Figuur 2-25 Mine Risk Map en het tracéalternatief Simonshaven-1. In bruin zijn de 'non-ferrous' mijnenvelden aangegeven.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun NGE-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 22 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het tracéalternatief Simonshaven-1 ligt gedeeltelijk binnen de 22 kilometer kustzone van het kustgeschut. Daarom wordt er een verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

NB. Op eiland De Beer/Rozenburg stond zwaarder kustgeschut (afkomstig van het slagschip Gneisenau) met een mogelijk bereik van 40-43 km. Onduidelijk is of dit geschut ooit in actie is geweest.

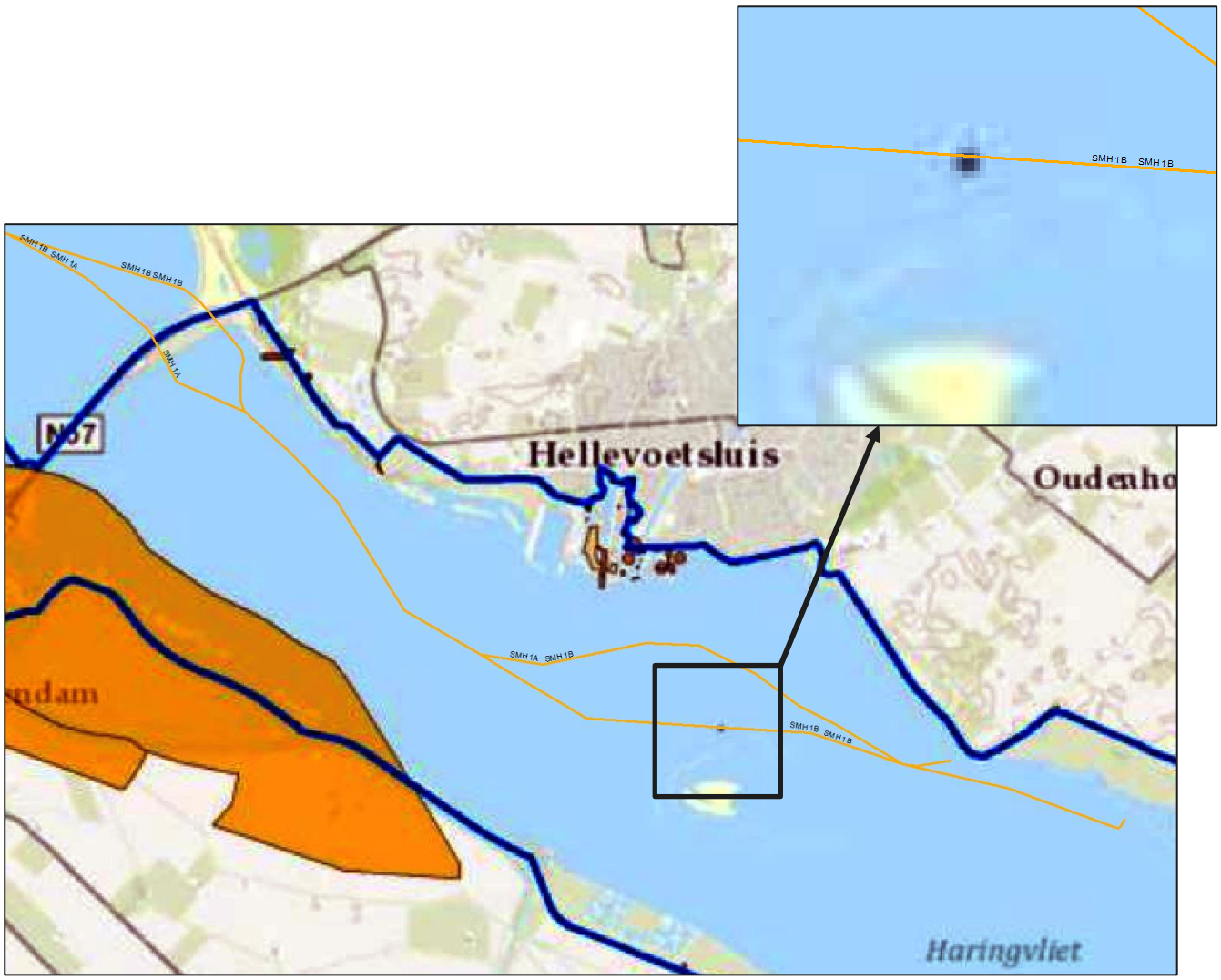


Figuur 2-26 Gedeelte van de 22 kilometer kustgeschutzone (in paars) die overlap vertoont met het tracéalternatief Simonshaven-1.

Haringvliet

Van de steden aan het Haringvliet wordt vooral Hellevoetsluis enkele keren gebombardeerd. Daarnaast vinden er Duitse schietoefeningen van artillerie plaats vanaf het Kanaal Stellendam tot het Kanaal Dirksland. De rest van het Haringvliet blijft grotendeels gespaard van oorlogshandelingen.

Uit het Vooronderzoek Conventionele Explosieven Haringvliet (kenmerk 150079-014; d.d. 23 december 2016) is gebleken dat het Haringvliet gedeeltelijk verdacht is op NGE. Het gebied waar het tracéalternatief Simonshaven-1b loopt is ook gedeeltelijk verdacht op NGE. Hier gaat het om de ligplaats van een Duitse zeemijn in de omgeving van de Slijkplaat volgens een kaart uit het Nationaal Archief (zie figuur 2-27).



Figuur 2-27 Overzichtskaart met NGE-verdachte gebieden uit het vooronderzoek Haringvliet (150079-014). Het tracéalternatief Simonshaven-1b kruist een klein verdacht gebied onderwatermunitie (nummer 117_VYG001) ten noorden van de Slijkplaat (zie uitvergroting).

Quackstrand

Uit het Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollandse Delta Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (kenmerk 13S106-VO-01; d.d. 26 november 2013) blijkt dat ter hoogte van het Quackstrand een aantal Duitse mijnenvelden hebben gelegen. Onbekend is of deze mijnenvelden volledig zijn geruimd na het einde van de Tweede Wereldoorlog. Het tracéalternatief Simonshaven-1 loopt echter niet door dit gebied.



Figuur 2-28 Overzichtskaart van de mijnenvelden op het Quackstrand (in het rood) met in het oranje het tracéalternatief Simonshaven-1.

Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het tracéalternatief.

Militaire oefengebieden

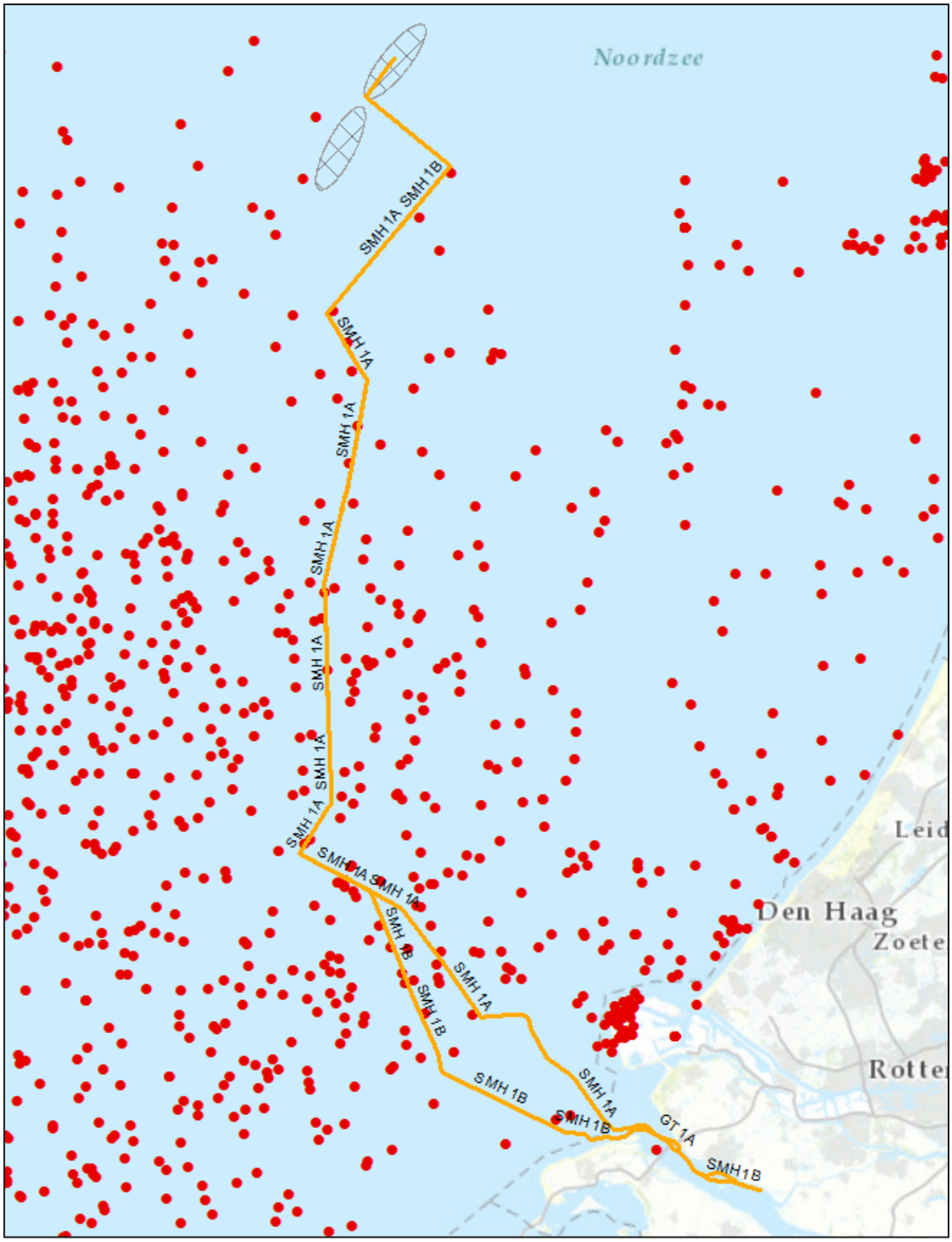
De Koninklijke Marine heeft op de Noordzee verschillende militaire oefengebieden voor het leggen en vegen van zeemijnen. Eén van deze oefengebieden (NB 9 Goeree) ligt binnen van het tracéalternatief Simonshaven-1B.



Figuur 2-29 Locatie van het militaire oefengebied NB 9 Goeree.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar NGE wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2016.



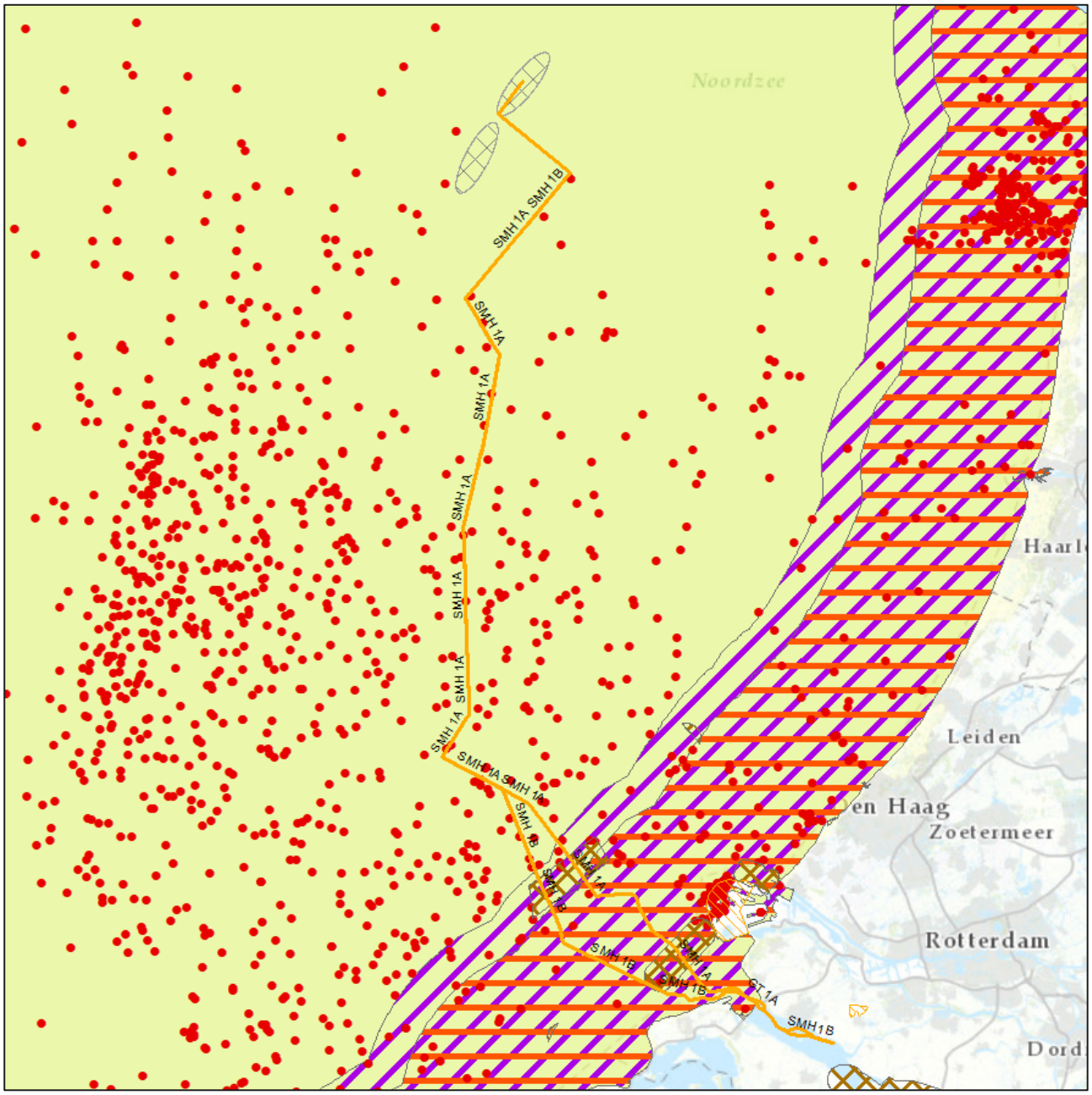
Figuur 2-30 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het tracéalternatief Simonshaven-1.

Uit deze database valt op te maken dat er ongeveer 35 tot 40 munitievondsten zijn gedaan binnen 1 kilometer van het tracéalternatief Simonshaven-1. Het ging hierbij o.a. om kist met patronen, een Duitse GC-zeemijn, een Duitse vliegtuigbom van 250 kg, vijf vliegtuigbommen van 500 lb, twee Amerikaanse vliegtuigbommen van 1000 lb en een Britse vliegtuigbom van 2000 lb.

2.4.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het tracéalternatief Simonshaven in een verdacht gebied NGE ligt. Hoofdsoorten NGE die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

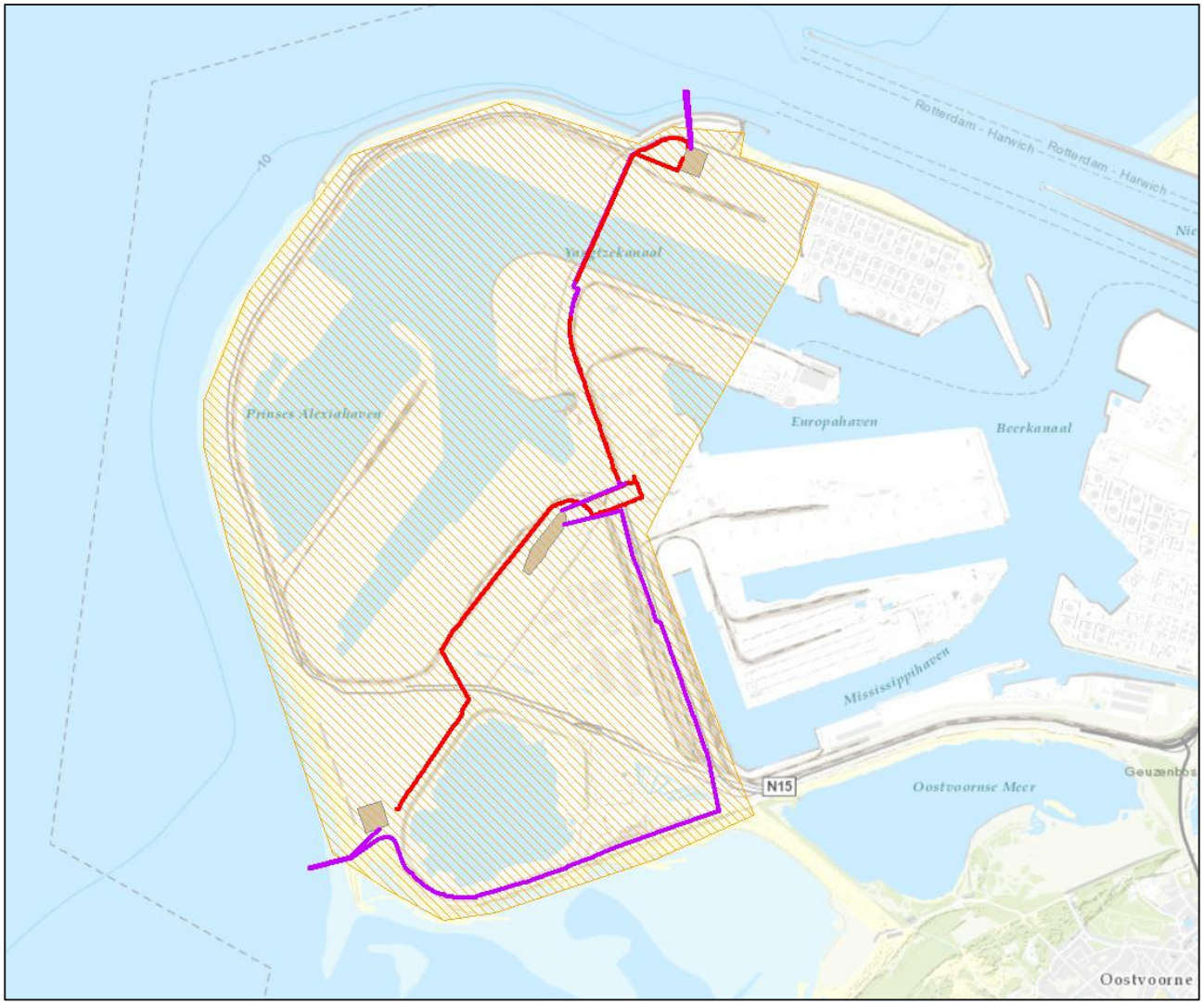
- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)



Figuur 2-31 Verwachtingskaart NGE van het tracéalternatief Simonshaven-1. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte NGE-soorten afwerpmunitie en onderwatermunitie, paars voor geschutmunitie en oranje voor raketten. De rode stippen geven eerdere munitievondsten aan.

2.5 Maasvlakte landtracé en converterstation

Voor het landtracé naar het converterstation Maasvlakte zijn door TenneT opties gegeven waarbinnen het ondergrondse 525kV-kabeltracé kan gaan lopen. Dit kabeltracé zal deels worden aangelegd in een open ontgraving en bij infrastructurele knooppunten zal het tracé worden geboord. Voor het converterstation Maasvlakte is een zoekgebied gegeven waarbinnen een drietal locaties bestudeerd worden. De drie locaties zijn Noord, Midden en Zuid.



Figuur 2-32 Opties van het landtracé en locaties converterstation Maasvlakte.

2.5.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven NGE worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

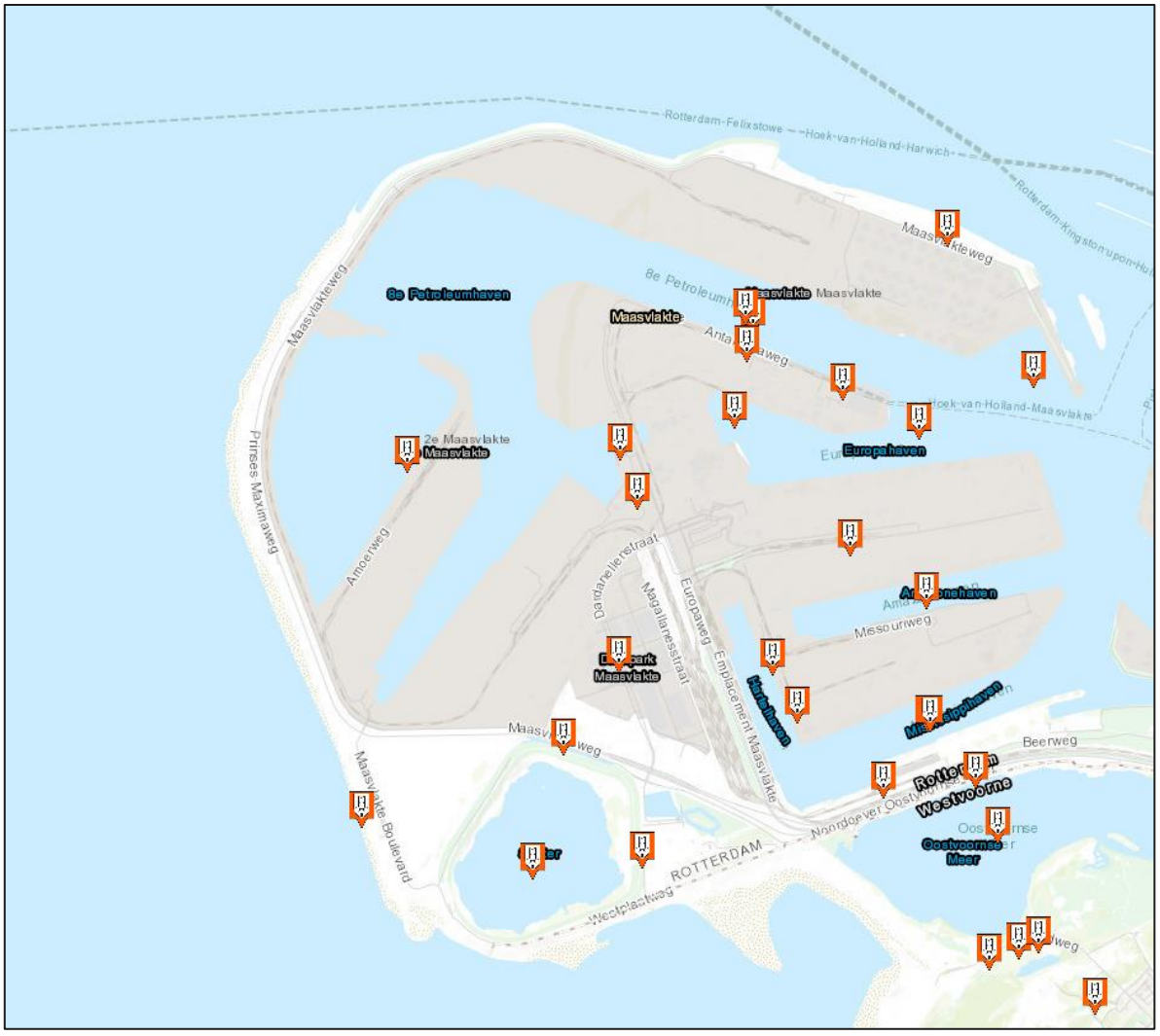
Uit het gemeentebrede Vooronderzoek Conventionele Explosieven gemeente Rotterdam (kenmerk 150079-014; d.d. 23 december 2016) is gebleken dat de Maasvlakte onverdacht is op NGE. Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog maakte dit gebied nog onderdeel uit van de Noordzee.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van NGE. Ook op de Maasvlakte werd af en toe NGE aangetroffen en geruimd. Hierbij gaat het om een drietal soorten:

- NGE die bij het opspuiten van de Eerste en Tweede Maasvlakte wordt aangetroffen op baggerschepen en cutterzuigers;
- NGE die door vissersschepen zijn opgevist en hier aan land worden gebracht;
- NGE die aanspoelt op het strand van de Maasvlakte;
- NGE van een klein-kaliber (kleine granaten, handgranaten, etc.) die bij het opspuiten van zandsuppletie op de Maasvlakte zijn terechtgekomen.

Deze meldingen zijn door het bedrijf BeoBOM indicatief in beeld gebracht.



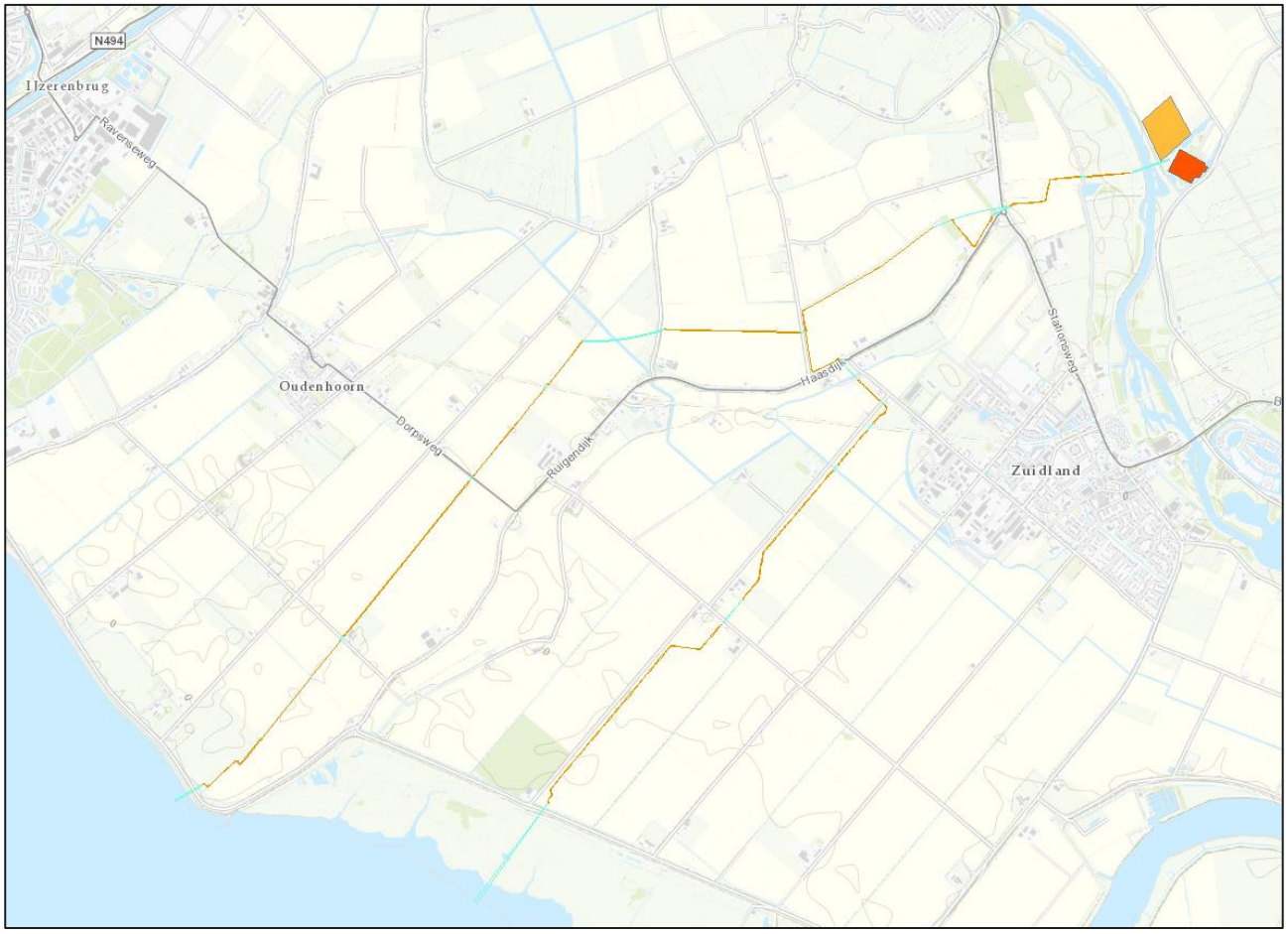
Figuur 2-33 Meldingen van NGE-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het landtracé Maasvlakte.

2.5.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting naar voren dat er op de Maasvlakte geen verdacht gebied NGE zal zijn.

2.6 Simonshaven landtracé en converterstation

Voor het landtracé naar het converterstation Simonshaven zijn door TenneT twee opties gegeven hoe het ondergrondse 525kV-kabeltracé kan gaan lopen. Dit kabeltracé zal deels worden aangelegd in een open ontgraving en bij infrastructurele knooppunten zal het tracé worden geboord. Daarnaast zal naast het bestaande 380kV-station een nieuw converterstation worden gerealiseerd aan de Biertsedijk.



Figuur 2-34 Opties van het landtracé Simonshaven. Daarnaast in rood het bestaande 380kV-station en in oranje de locatie van het geplande converterstation.

2.6.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven NGE worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

In de omgeving van het eiland Voorne-Putten kwamen tijdens de Duitse inval geen parachutisten neer. De dichtstbijzijnde luchtlandingen waren bij de Rotterdamse Waalhaven. Het Duitse aanvalsplan was er namelijk op gericht om de Maasbruggen in handen te krijgen. Slechts enkele verkenningseenheden trokken op naar het westelijke havengebied, maar werden door Nederlandse troepen tegengehouden bij de olieraffinaderij Pernis en de Spijkenisserbrug. In de omgeving van Simonshaven en Zuidland nam op 14 mei nog wel een batterij van het Nederlandse 14e regiment artillerie stelling, maar tot gevechten kwam het niet meer.

Luchtoorlog 1940-1945

In de beginjaren van de oorlog worden er regelmatig geallieerde luchtaanvallen uitgevoerd boven het Rotterdamse havengebied. De nauwkeurigheid van deze bombardementen liet echter sterk te wensen over.

Daarom kregen verschillende dorpen en steden op Voorne-Putten en IJsselmonde met enige regelmaat luchtaanvallen te verduren in 1940-1941.

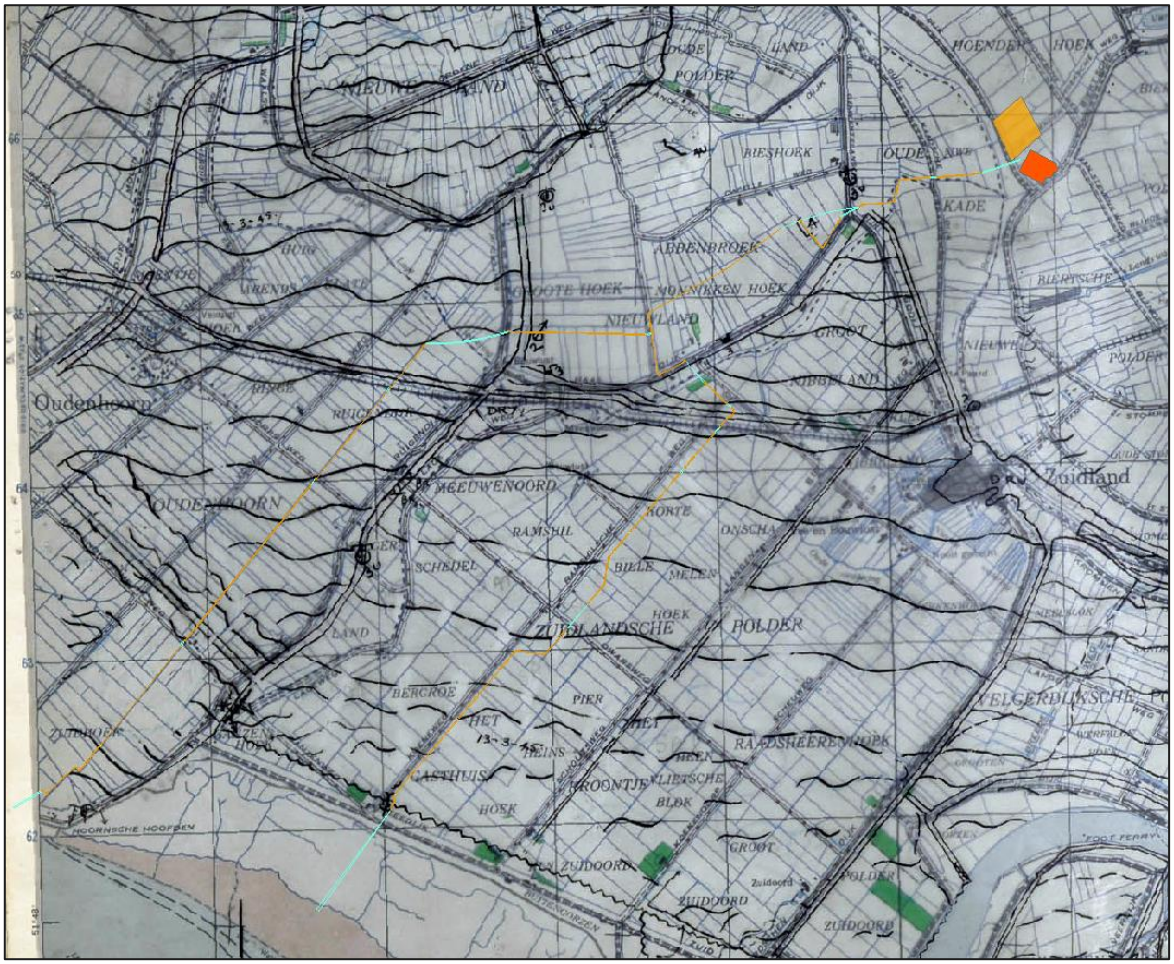
In de omgeving van Abbenbroek, Oudenhoorn, Simonshaven en Zuidland zijn er 15 gebeurtenissen die in verband staan met de luchtoorlog. Hierbij gaat het om 13 bombardementen en twee vliegtuigcrashes. Het merendeel van deze gebeurtenissen vonden plaats in het open land van de polders en weilanden om de verschillende dorpen heen.

Defence Overprint

Het eiland Voorne-Putten maakte onderdeel uit van de Duitse Atlantikwall. Hierbij was het oorspronkelijk de bedoeling dat alleen de kuststrook gemilitariseerd zou worden. Vanaf 1944 werden ook de eerste plannen opgesteld voor de inundaties van achter de Atlantikwall liggende polders. Deze '*Vordere Wasserstellung*' werd begin april 1944 versneld uitgevoerd en verder uitgebreid met locaties voor geschutstellingen, tankvallen, etc.

Na de slag om de Schelde veranderden de Duitsers de eilanden Schouwen-Duiveland, Goeree-Overflakkee, de Hoeksche Waard en Voorne-Putten in vestingen om een verdere opmars in Zuidwest-Nederland te verhinderen. Aan de hand van luchtfoto's werden deze stellingen en vestingen door de geallieerden op militaire stafkaarten ('*Defence overprints*') vastgelegd.

De omgeving van het landtracé Simonshaven was niet geïnundeerd. Hierdoor waren er wel enkele Duitse stellingen aanwezig, zoals drie luchtafweerstellingen vlakbij de kruising Stationsweg-Haasdijk. Ook waren er in de polder Monnikenhoek verschillende geschutstellingen voor antitankgeschut. De polders tussen de Haasdijk en de Zeedijk stonden wel onder water. Tenslotte stond in de omgeving van de hoek Koeneweg-Zeedijk nog een Duitse geschutstelling.



Figuur 2-35 Defence Overprint Zuidland (13 maart 1945) met daarover het zoekgebied van het landtracé en converterstation Simonshaven geprojecteerd.

Mijnenvelden

In de omgeving van het landtracé Simonshaven bevonden zich geen mijnenvelden.

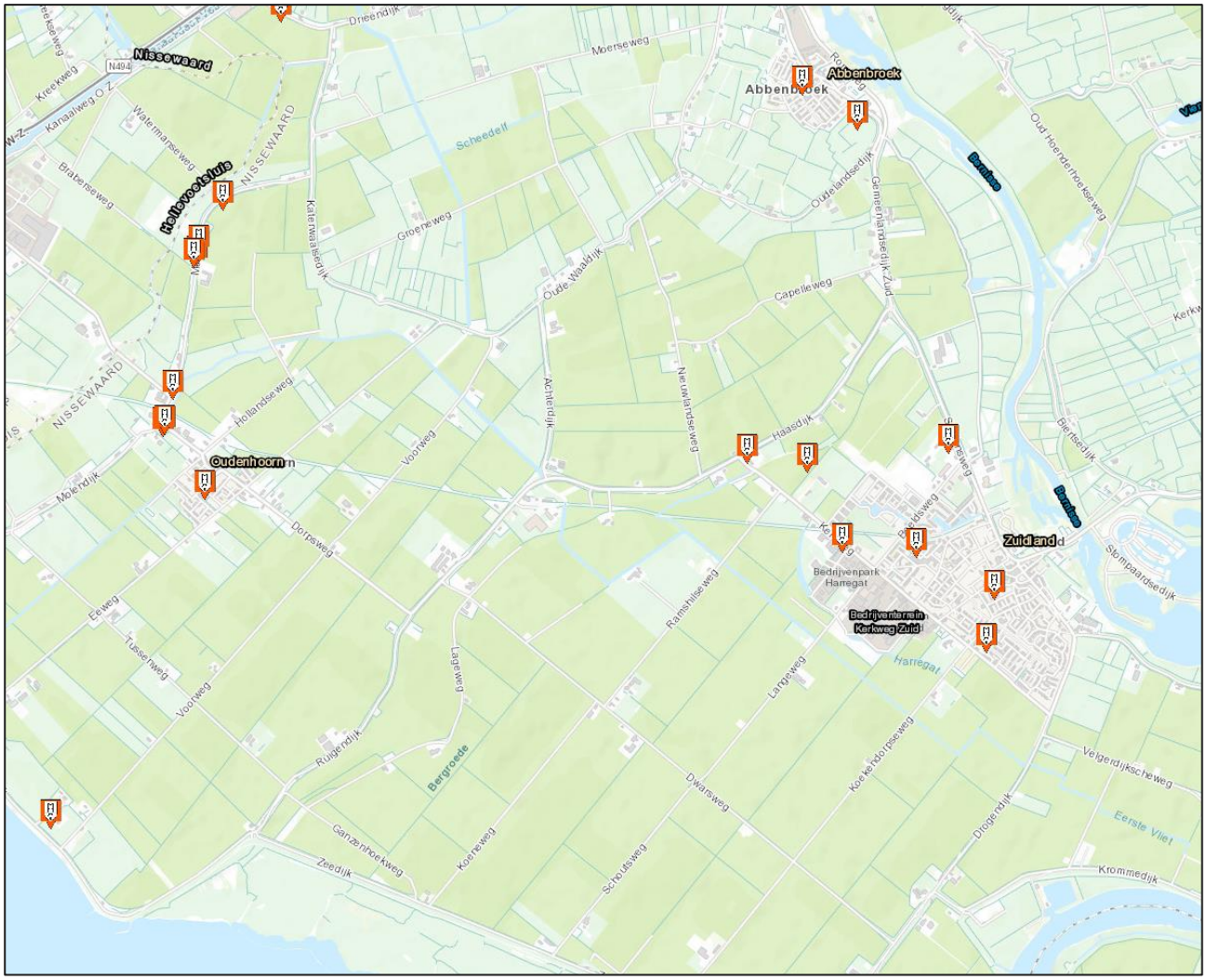
Bevrijding

Na de algehele capitulatie van de Duitse troepen in Nederland op 5 mei 1945 werd het eiland Voorne-Putten en de omgeving van Simonshaven bevrijd gebied. Er zijn daarom in dit gebied geen grondgevechten uitgevoerd.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van NGE. Voor de gemeenten die binnen het tracézoekgebied liggen heeft de EOD een aantal meldingen en ruimingen van NGE geregistreerd.

Deze meldingen zijn door het bedrijf BeoBOM indicatief in beeld gebracht.

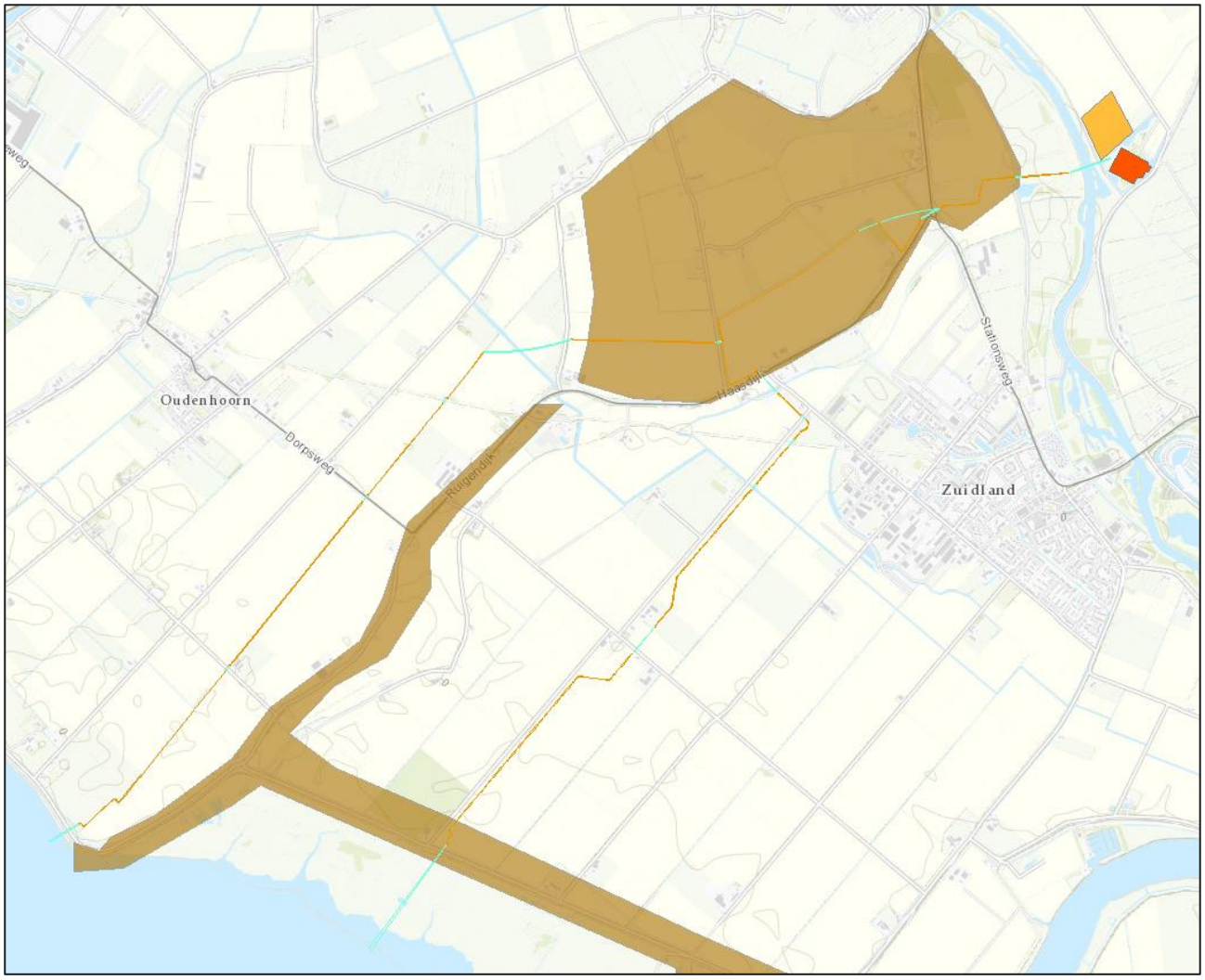


Figuur 2-36 Meldingen van NGE-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het landtracé en converterstation Simonshaven.

2.6.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden NGE

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het landtracé en converterstation Simonshaven gedeeltelijk in een verdacht gebied NGE ligt. Hoofdsoorten NGE die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Klein-kalibermunitie
- Handgranaten
- Geweergranaten
- (Munitie voor) granaatwerpers
- Geschutmmunitie (2 t/m 8,8 cm; achtergelaten)



Figuur 2-37 Verwachtingskaart NGE van het landtracé Simonshaven. Hierbij staat de bruine kleur voor de verwachte NGE-soorten geschutmunitie (achtergelaten) en kleinere munitiesoorten (handgranaten, klein-kalibermunitie, etc.).

2.7 Leemten in de kennis

Bij de uitgangspunten en werkwijze werd al benoemd dat een quickscan NGE niet een volledig bureauonderzoek omvat. Daarom zijn er vooral voor het landgedeelte relatief veel leemten in de kennis, die bij een volledig bureauonderzoek ingevuld kunnen worden. Voor het zeegedeelte zal dit echter lastiger zijn.

Hieronder volgt een opsomming van de voornaamste leemten in de kennis, uitgesplitst naar het land- en zeegedeelte:

Landtracés en converterstations

- De exacte locatie van de verschillende artilleriebeschietingen, luchtaanvallen en bombardementen is niet bekend. Hiervoor dient uitgebreider bronnenonderzoek te worden gedaan, waarbij gebruik wordt gemaakt van archiefstukken en luchtfotomateriaal uit de Tweede Wereldoorlog.
- De exacte locatie van geschut- en wapenopstellingen, als van andere verdedigingswerken, is niet bekend. Hiervoor dient uitgebreider bronnenonderzoek te worden gedaan, waarbij gebruik wordt gemaakt van archiefstukken, kaart- en luchtfotomateriaal uit de Tweede Wereldoorlog.
- Van de bekende munitieruimingen in het gebied is niet bekend wat voor soort NGE is geruimd. Hiervoor dient navraag gedaan te worden bij de EOD.

Zeetracés en platforms

- Op zee is het moeilijk om een gebeurtenis uit de Tweede Wereldoorlog precies geografisch te lokaliseren. Bronmateriaal uit de oorlog zal hier geen uitkomst bieden, omdat de navigatieapparatuur uit die tijd zijn beperkingen kende. Coördinaten uit deze bronnen zullen daarom slechts een grove indicatie geven van oorlogshandelingslocaties, als bombardementen, beschietingen, etc.
- Locaties van neergestorte vliegtuigen en scheepswrakken uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn vaak niet exact bekend. Daarnaast zijn van een grote hoeveelheid scheeps- en vliegtuigwrakken op de Noordzee zelfs geen indicatieve locaties bekend.
- Door platbodemvisserij, getijstroming en zandwinning ligt veel NGE niet meer op dezelfde locatie als waar het oorspronkelijk gedumpt is. Dit geldt vooral voor kleinere NGE-soorten, maar geldt in het geval van de platbodemvisserij ook voor zwaardere NGE-soorten als afwerpmunitie.
- Voor de periode 1945-2005 is er weinig informatie beschikbaar over het aantreffen en ruimen van NGE op zee.

3 CONCLUSIE EN SAMENVATTING

In deze quickscan NGE is per onderdeel van Net op zee IJmuiden Ver Beta gekeken naar de verwachtingen met betrekking tot NGE. Hierbij kan het volgende geconcludeerd worden:

Platform IJmuiden Ver Beta en 66kV-interlinkkabel

De verwachting is dat er NGE kan worden aangetroffen binnen het zoekgebied Platform IJmuiden Ver Beta. Het gaat hier om NGE in de vorm van afwerpmunitie en onderwatermunitie.

Tracéalternatief Maasvlakte-1

De verwachting is dat er NGE kan worden aangetroffen binnen het tracéalternatief Maasvlakte-1. Het gaat hier om NGE in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie.

Tracéalternatief Maasvlakte-2

De verwachting is dat er NGE kan worden aangetroffen binnen het tracéalternatief Maasvlakte-2. Het gaat hier om NGE in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie.

Tracéalternatief Simonshaven-1

De verwachting is dat er NGE kan worden aangetroffen binnen het tracéalternatief Simonshaven-1. Het gaat hier om NGE in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie.

Maasvlakte landtracé

De verwachting is dat er binnen het landtracé Maasvlakte geen verdacht gebied NGE zal zijn.

Simonshaven landtracé

De verwachting is dat er NGE kan worden aangetroffen binnen het landtracé Simonshaven. Het gaat hier om NGE in de vorm van geschutmunitie, klein-kalibermunitie, handgranaten, geweergranaten, en (munitie voor) granaatwerpers.

Geadviseerd wordt om voor dit converterstation een volledig vooronderzoek NGE uit te laten voeren door een WSCS-OCE gecertificeerd bedrijf. In een vooronderzoek zal door een uitgebreider bronnenonderzoek een sterker onderbouwde afbakening van de verschillende onverdachte en verdachte gebieden NGE volgen.

Maasvlakte converterstation

De verwachting is dat er binnen het converterstation Maasvlakte geen verdacht gebied NGE zal zijn.

Simonshaven converterstation

De verwachting is dat er NGE kan worden aangetroffen binnen het Simonshaven converterstation. Het gaat hier om NGE in de vorm van geschutmunitie, klein-kalibermunitie, handgranaten, geweergranaten, en (munitie voor) granaatwerpers.

Geadviseerd wordt om voor dit converterstation een volledig vooronderzoek NGE uit te laten voeren door een WSCS-OCE gecertificeerd bedrijf. In een vooronderzoek zal door een uitgebreider bronnenonderzoek een sterker onderbouwde afbakening van de verschillende onverdachte en verdachte gebieden NGE volgen.

4 BRONNEN

Rapporten

- Armaex, Vooronderzoek Conventionele Explosieven 117 Haringvliet (150079/014; d.d. 23 december 2016).
- REASeuro, Desk Top Study Unexploded Ordnance (UXO), Hollandse Kust (West Beta) Export Cable Routes (RO-190149; d.d. 7 augustus 2019).
- Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Spijkenisse-Simonshaven (kenmerk: 12S118-VO-02; d.d. 19 maart 2013).
- Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollandse Delta Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (13S106-VO-01; d.d. 26 november 2013).
- Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven gemeente Rotterdam (kenmerk: 12S043-11-VO-A-01; d.d. 21 maart 2017).
- T&A Survey, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Net op zee Hollandse Kust Zuid (kenmerk: GPR5632.2; d.d. 25 februari 2016).

Overige bronnen

- Database Mine clearance operation ‘Beneficial Cooperation’
- Koninklijke Marine – Dienst der Hydrografie, Berichten aan Zeevarenden: editie 2019.
- Militaire stafkaart: Defence Overprint Zuidland (13 maart 1945).
- Noordzeeloket: militair gebruik (noordzeeloket.nl/functies-gebruik/militair-gebruik/; bezocht 14 november 2019).
- Ruimingskaart BeoBOM (beobom.nl/achtergrond/ruimingskaart; bezocht 12 november 2019).

COLOFON

QUICKSCAN NIET GESPRONGEN EXPLOSIEVEN
NET OP ZEE IJMUIDEN VER BETA

AUTEUR
Bernard Slaa

ONZE REFERENTIE
D10002375:55

DATUM
28 februari 2020

STATUS
Concept

GECONTROLEERD DOOR

Willy Arts
Adviseur Conventionele Explosieven

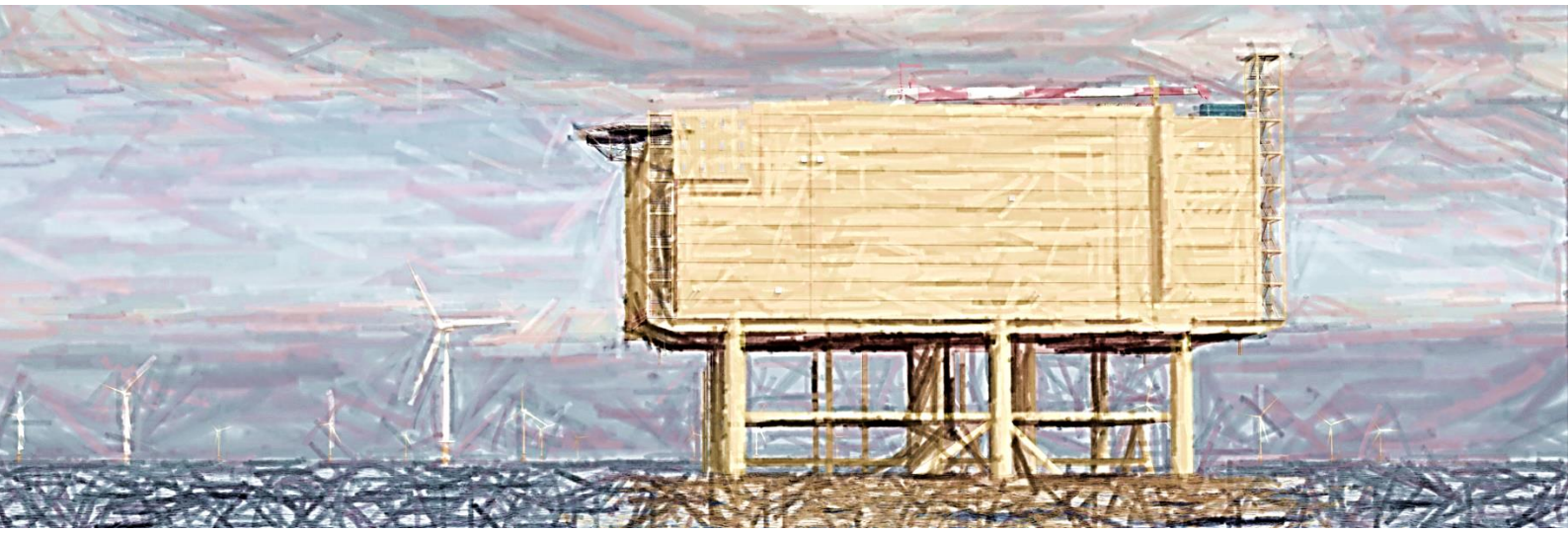
Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XI-B Memo Scheepvaartveiligheid IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

MEMO – v1

Aan	:	**Mariëlle de Sain (Pondera), Roel van Ooij (Pondera)**
Van	:	**Yvonne Koldenhof (MARIN)**
CC	:	
Datum	:	**24 augustus 2021**
Project nr.	:	**33064**
Onderwerp	:	**Aanvulling effect beoordeling scheepvaartveiligheid tijdens aanleg – VKA IJmuiden Ver Alpha en Beta** **Versie 1**

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 1

2 WERKWIJZE 2

3 BEOORDELING: KABEL TRACÉ ALPHA 3

4 BEOORDELING: KABEL TRACÉ BETA 6

5 REFERENTIES 9

1 INLEIDING

Onderdeel van de m.e.r. voor de export kabel van windenergiegebied IJmuiden ver, is het effect van de aanleg en onderhoud van het offshore deel van kabel op de scheepvaartveiligheid. In april 2020 heeft MARIN een memo op geleverd waarbij deze effecten in kaart gebracht zijn voor de verschillende tracéalternatieven die toen bekend waren [Ref 2.].
Voor de volgende fase van de m.e.r., waarbij de voorkeursalternatieven in meer detail worden onderzocht, heeft Pondera MARIN gevraagd een update uit te voeren van dit eerdere onderzoek. Deze memo beschrijft kort de effecten voor de voorkeursalternatieven naar Alpha en Beta. Hierbij is gebruik gemaakt van dezelfde methode, data bronnen en aannames. Alleen is voor het huidige onderzoek de laatste versies van de tracés als uitgangspunt genomen.

2 WERKWIJZE

Voor het bepalen van de effecten op de scheepvaart tijdens de aanleg wordt gekeken naar de locaties waar de kabel drukke bestaande (en eventueel toekomstige) verkeersroutes kruist.

Per kruising is de verkeersintensiteit over de relevante verkeersbaan weergegeven. Daarnaast zijn per kruising enkele relevante parameters bepaald:

- het totaalaantal passerende schepen (routegebonden) per jaar
- het verwachte aantal passerende schepen (routegebonden) per dag en per uur
- lengte van de aanlegroute in de vaarbaan
- tijd in uren in de vaarbaan, gebaseerd op een vaarsnelheid van 200m/h (0,1kn)
- het aantal verwachte ontmoetingen met passerende scheepvaart tijdens de aanleg in de verkeersbaan.

Voor de analyse zijn de resultaten gebruikt van een studie uitgevoerd voor RWS: Netwerkanalyse Noordzee 2019 [Ref 1.].

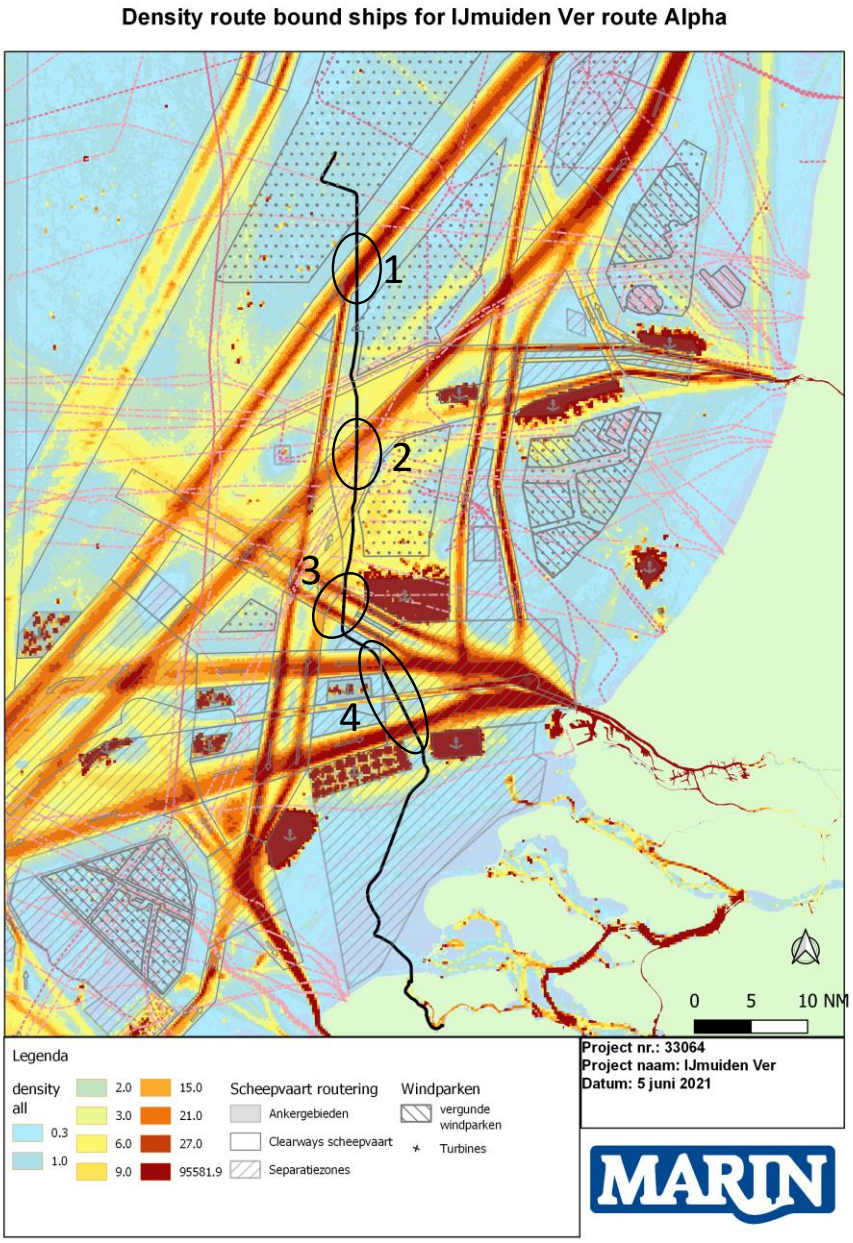
Naast de cijfers is ook gekeken naar de mogelijke andere factoren die een rol kunnen spelen in de beoordeling, zoals de passage van een voorzorggebied of haveningang.

De getallen en factoren zijn samengevat in een tabel. In de tabel is per kruising weergegeven hoeveel routegebonden schepen er passeren per jaar, gemiddeld per dag en per uur. Hierbij is aangenomen dat de verdeling over de tijd van de schepen uniform is, dit betekent dat de schepen evenredig verdeeld over de tijd passeren.

Vervolgens is een schatting gedaan van de lengte van de kruising, dit is dus niet de breedte van de vaarweg, maar de lengte van het kabeltracé in de vaarbaan. Aangenomen is dat de verwachte gemiddelde vaarsnelheid van het aanlegkonvooi van het kabeltracé rond de 0,1 kn (0,2 km/h) is. Hiermee is bepaald hoe lang het konvooi waarschijnlijk in de vaarbaan zal zijn. Dit is vervolgens gebruikt om te bepalen hoeveel schepen het konvooi waarschijnlijk tegen zal komen. Het gaat hierbij dus om een grove inschatting. Er is bijvoorbeeld aangenomen dat het verkeer dat passeert ’s nachts en overdag gelijk is. Ook is er geen rekening gehouden met eventuele seizoenseffecten.
Ten slotte is er per kruising nog aangegeven of de vaarweg eenrichtings- of tweerichtingsverkeer bevat of dat er andere bijzonderheden zijn ten aanzien van de kruising.

3 BEOORDELING: KABEL TRACÉ ALPHA

In Figuur 3-1 is het volledige offshore deel van de kabel naar Ijmuiden Ver Alpha weergegeven, daarnaast is ook de verkeersdichtheid van het route gebonden verkeer zichtbaar. Op basis van deze dichtheid en de analyses uitgevoerd in april 2020 ([Ref 2.]) zijn 4 gebieden aangewezen waar de kabel een drukke vaarbaan kruist, deze zijn aangegeven in de figuur. Voor deze 4 gebieden zijn in Tabel 3-1 de verschillende kengetallen weergegeven waarop de beoordeling gebaseerd is.



Figuur 3-1 Tracé Alpha, verkeersdichtheid route gebonden verkeer inclusief de 4 gebieden waar de kabel de drukke verkeersbanen kruist.

Tabel 3-1 Overzicht factoren voor de effect beoordeling op de scheepvaartveiligheid in de aanlegfase kruispunten – Alpha.

Alpha	Passages route gebonden schepen totaal per jaar	Gem aantal passages per dag	Gem aantal passages per uur	Lengte kruising [nm]	uur in de vaar baan[1]	Aantal mogelijke ontmoetin gen	Opmerkingen
Gebied 1: Zuid gaande TSS	13964	38	1,6	4,1	38	61	Eenrichtingvaarbaan
Gebied 2: Noordgaande TSS en passage voorzorgsgebied	18428	50	2,1	8,5	78	80	Eenrichtingvaarbaan
Gebied 3: TSS Maas Noord	14016	38	1,6	4.0	37	59	Twee gescheiden eenrichting VSS, smalle vaarbanen met weinig tot geen uitwijkmogelijkheden door ankergebied
Gebied 4: Kruising approach Rotterdam	28579	78	3,3	7.0	64	103	Totale kruising van twee eenrichting verkeersbaan in voorzorgsgebied Maas Center. Inclusief extra kruising diepwaterroute
Totaal	**74987**	**205**	**8,6**	**23,6**	**219**	**303**	**-**

Observaties en beoordeling:

- Totaal aantal gepasseerde individuele vaarbanen: 5 (binnen 4 gebieden, 2 kruisingen binnen aanloop richting Rotterdam)
- Totale geschatte uren in de verschillende vaarbanen: 219 uur
- Totaal aantal geschatte “ontmoetingen” met schepen in de vaarbaan tijdens de aanleg: 303.
- Het tracé passeert langs de grens van het voorzorgsgebied Rijnveld. Binnen dit gebied komen verschillende vaarroutes samen vanuit verschillende richtingen. Tijdens een expert sessie begin 2020 is door de experts aangegeven dat dit een complex vaargebied is waarbij verschillende vaarroutes kruisen. Echter staat het gebied wel als voorzorgsgebied op de kaart aangeven wat maakt dat men meer alert is.
- De kruising van het TSS Maas Noord West (kruising (4)) wordt door expert als lastig geschreven. TSS Maas Noord West bestaat uit twee relatief smalle gescheiden vaarwegen (beide 1.3 nm) met aan de noordkant een druk bezet ankergebied (Ankergebied 5). Er is dus weinig tot geen mogelijkheid tot uitwijken.
- **Totaal beoordeling:** De kruising ver op zee (1) is overzichtelijk en er is voldoende uitwijkmogelijkheid. De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center, vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS. De kruising langs het voorzorgsgebied Rijnveld is complexer. Echter de kruising van het VSS Maas Noord West op de locatie vlakbij het ankergebied werd door experts als zeer

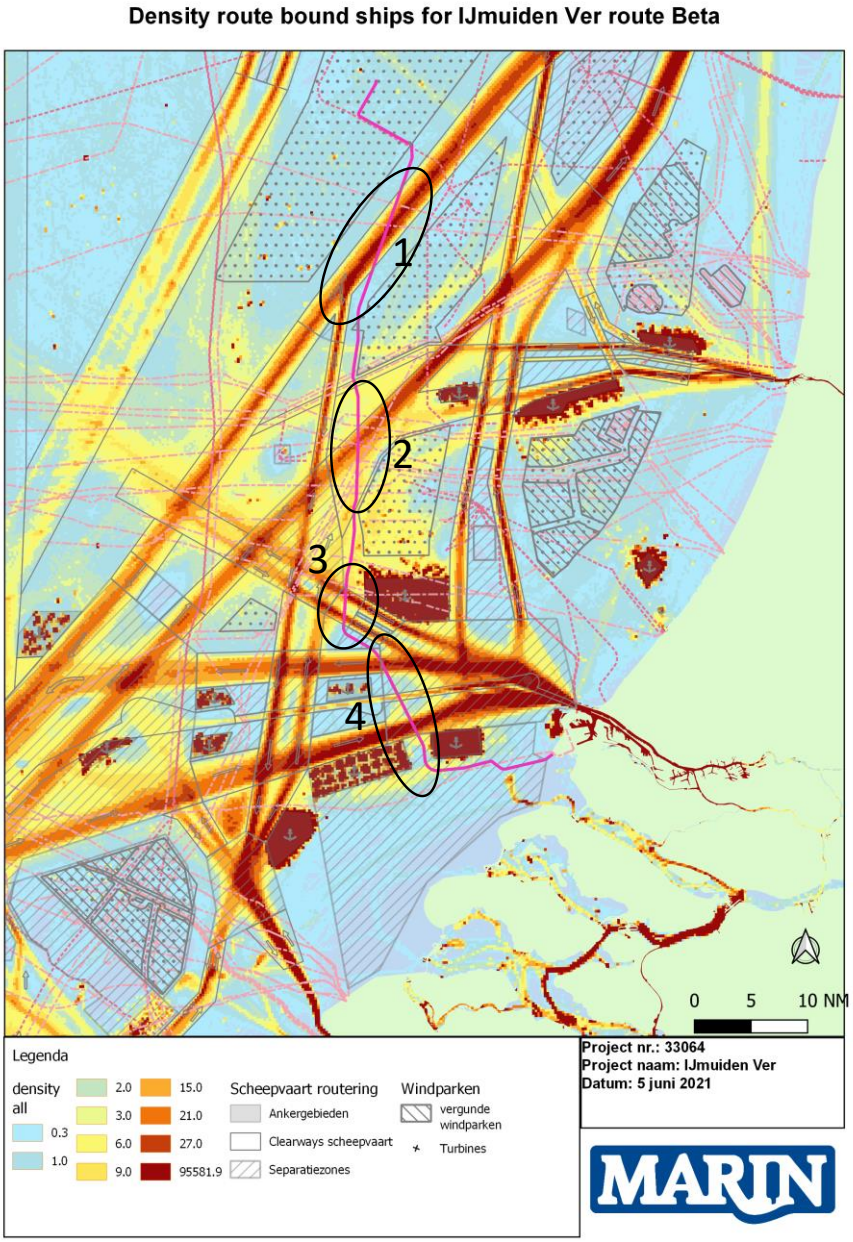
[1] Bij aangenomen vaarsnelheid van aanlegkonvooi van 0,1 kn (0,2 km/h)

complex aangewezen, mede door de beperkte uitwijkmogelijkheden. Het oordeel van de expert tijdens de sessie was gebaseerd op een variant waarbij de VSS haaks werd overgestoken. Het tracé beschouwd binnen deze aanvulling kruist de VSS onder een schuinere hoek, waardoor het konvooi langer in het gebied zal zijn.

- **Eindbeoordeling:** negatief (-)

4 BEOORDELING: KABEL TRACÉ BETA

In Figuur 4-1 is het volledige offshore deel van de kabel naar Ijmuiden Ver Beta weergegeven, daarnaast is ook de verkeersdichtheid van het route gebonden verkeer zichtbaar. Op basis van deze dichtheid en de analyses uitgevoerd in april 2020 ([Ref 2.]) zijn 4 gebieden aangewezen waar de kabel een drukke vaarbaan kruist, deze zijn aangegeven in de figuur. Voor deze 4 gebieden zijn in Tabel 4-1 de verschillende kengetallen weergegeven waarop de beoordeling gebaseerd is.



Figuur 4-1 Tracé Beta, verkeersdichtheid route gebonden verkeer inclusief de 4 gebieden waar de kabel de drukke verkeersbanen kruist

Tabel 4-1 Overzicht factoren voor de effect beoordeling op de scheepvaartveiligheid in de aanlegfase kruispunten - alternatief MVL-2 (en SMH-1)

MVL-2	Passages routegebonden schepen totaal per jaar	Gem aantal passages per dag	Gem aantal passages per uur	Lengte kruising [nm]	uur in de vaarbaan[2]	Aantal mogelijke ontmoetingen	Opmerkingen
Gebied 1: Zuidgaande TSS	13964	38	1,6	8,4	78	124	Eenrichting vaarbaan
Gebied 2: Noordgaande TSS en passage voorzorgsgebied	18428	50	2,1	8,5	78	80	Eenrichtingvaarbaan
Gebied 3: TSS Maas Noord	14016	38	1,6	4,0	37	59	Twee gescheiden eenrichting VSS, smalle vaarbanen met weinig tot geen uitwijkmogelijkheden door ankergebied
Gebied 4: Kruising approach Rotterdam	28579	78	3,3	7,0	64	103	Totale kruising van twee eenrichting verkeersbaan in voorzorgsgebied Maas Center. Inclusief extra kruising diepwaterroute
Totaal	**74987**	**205**	**8,6**	**27,9**	**258**	**367**	**-**

Observaties en beoordeling:

- Totaal aantal gepasseerde individuele vaarbanen: 5 (binnen 4 gebieden, 2 kruisingen binnen aanloop richting Rotterdam)
- Totale geschatte uren in de verschillende vaarbanen (op basis van vaarsnelheid van 0,1 kn): 258 uur
- Totaal aantal geschatte “ontmoetingen” met schepen in de vaarbaan tijdens de aanleg: 367.
- Het tracé passeert langs de grens van het voorzorgsgebied Rijnveld. Binnen dit gebied komen verschillende vaarroutes samen vanuit verschillende richtingen. Door experts is aangegeven dat het een gebied is waarin met alert is, omdat het een complex vaargebied is, dat wel doe aangegeven staat op de kaart.
- De kruising van het TSS Maas Noord West (kruising (4)) wordt door expert als lastig geschreven. TSS Maas Noord West bestaat uit twee relatief smalle gescheiden vaarwegen (beide 1.3 nm) met aan de noordkant een druk bezet ankergebied (Ankergebied 5). Er is dus weinig tot geen mogelijkheid tot uitwijken. Het oordeel van de expert tijdens de sessie was gebaseerd op een variant waarbij de VSS haaks werd overgestoken. Het tracé beschouwd binnen deze aanvulling kruist de VSS onder een schuinere hoek, waardoor het konvooi langer in het gebied zal zijn.

[2] Bij aangenomen vaarsnelheid van aanlegkonvooi van 0,1 kn (0,2 km/h)

- **Totaal beoordeling:** De kruising ver op zee (1) is overzichtelijk en er is voldoende uitwijkmogelijkheid. De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center, vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS. De kruising langs het voorzorgsgebied Rijnveld is complexer. Echter de kruising van het VSS Maas Noord West op de locatie vlak bij het ankergebied werd door experts als zeer complex aangewezen, mede door de beperkte uitwijkmogelijkheden.
- **Eindbeoordeling:** negatief (-)

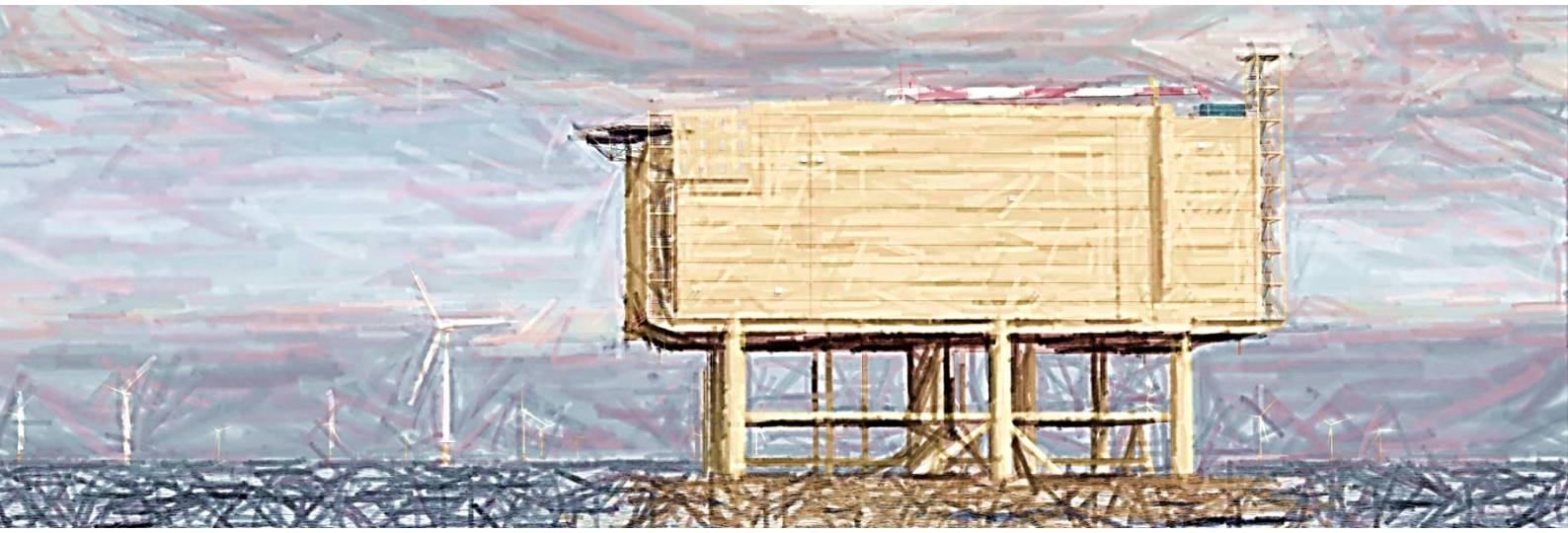
5 REFERENTIES

[Ref 1.] Y. Koldenhof en anderen
Netwerkevaluatie Noordzee 2018/2019
MARIN, 32091-1-MO-rev.1, 29 oktober 2020

[Ref 2.] Y. Koldenhof
Input effectbeoordeling scheepvaartveiligheid IJmuiden Ver (Versie 1.1)
MARIN, 32563_MEMO_EffectenScheepvaartveiligheid_IJmuidenVer_v1.1, 16 april 2020

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XI-C Veiligheidsstudie Platform IJmuiden Ver



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

Veiligheidsstudie voor twee platformen in windpark IJmuiden Ver

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties voor platform Alpha en Beta

Rapport nr.	:	33222-1-MO-rev.1
Datum	:	25 juni 2021
Versie	:	1
		Eindrapport

Veiligheidsstudie voor twee platformen in windpark IJmuiden Ver

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties voor platform Alpha en Beta

Opdrachtgever : Tennet
Coco Smits / Johan Dekker

Gerapporteerd door : Y.Koldenhof

Paraaf management :



Versie	Datum	Status	Gecontroleerd door
0.1	2 december 2020	Concept	K. Kauffman
1	25 juni 2021	Eindrapport	

INHOUD **PAGINA**

1 INTRODUCTIE....3

2 WERKWIJZE EN UITGANGSPUNTEN....4

2.1 SAMSON....4

2.2 Verkeersgegevens....6

2.3 Platform karakteristieken....7

2.4 Risico reducerende maatregelen: ETV....8

3 RESULTATEN VOOR PLATFORMS ALPHA EN BETA....9

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN....12

REFERENTIE....13

1 INTRODUCTIE

Eén van de onderdelen van de m.e.r. voor de exportkabels vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver is het bepalen van de effecten op de scheepvaartveiligheid van de offshore transformatiestations.

Deze platformen zullen binnen de contouren van het windpark geplaatst worden, dus zal het effect op de scheepvaart verkeersstromen rond de locatie niet tot nauwelijks veranderen. In een studie naar de cumulatieve effecten van de uitrol wind op zee ([Ref 1.]) is al gekeken naar de effecten van eventueel veranderende verkeersstromen door de bouw van windparken op zee.

De enige relevante effecten voor de scheepvaart van de offshore platformen in IJmuiden Ver is de kans dat schepen er tegenaan varen. Dit effect wordt beschreven door het bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties voor de beide locaties met behulp van het SAMSON-model. Dit rapport beschrijft kort de werkwijze en de uitgangspunten voor de berekeningen en de resultaten voor platformen Alpha en Beta.

Omdat het platform er waarschijnlijk eerder staat dan het windpark, is voor deze beide situaties de aanvaar- en aandrijfkansen bepaald. Dit heeft met name effect op het niet-routegebonden verkeer.

2 WERKWIJZE EN UITGANGSPUNTEN

De aanvaar- en aandrijffrequenties voor de platformlocaties zullen bepaald worden met het SAMSON-model. Een korte beschrijving van het SAMSON-model en de bijbehorende modelinvoer/uitgangspunten voor het verkeer worden hieronder beschreven.

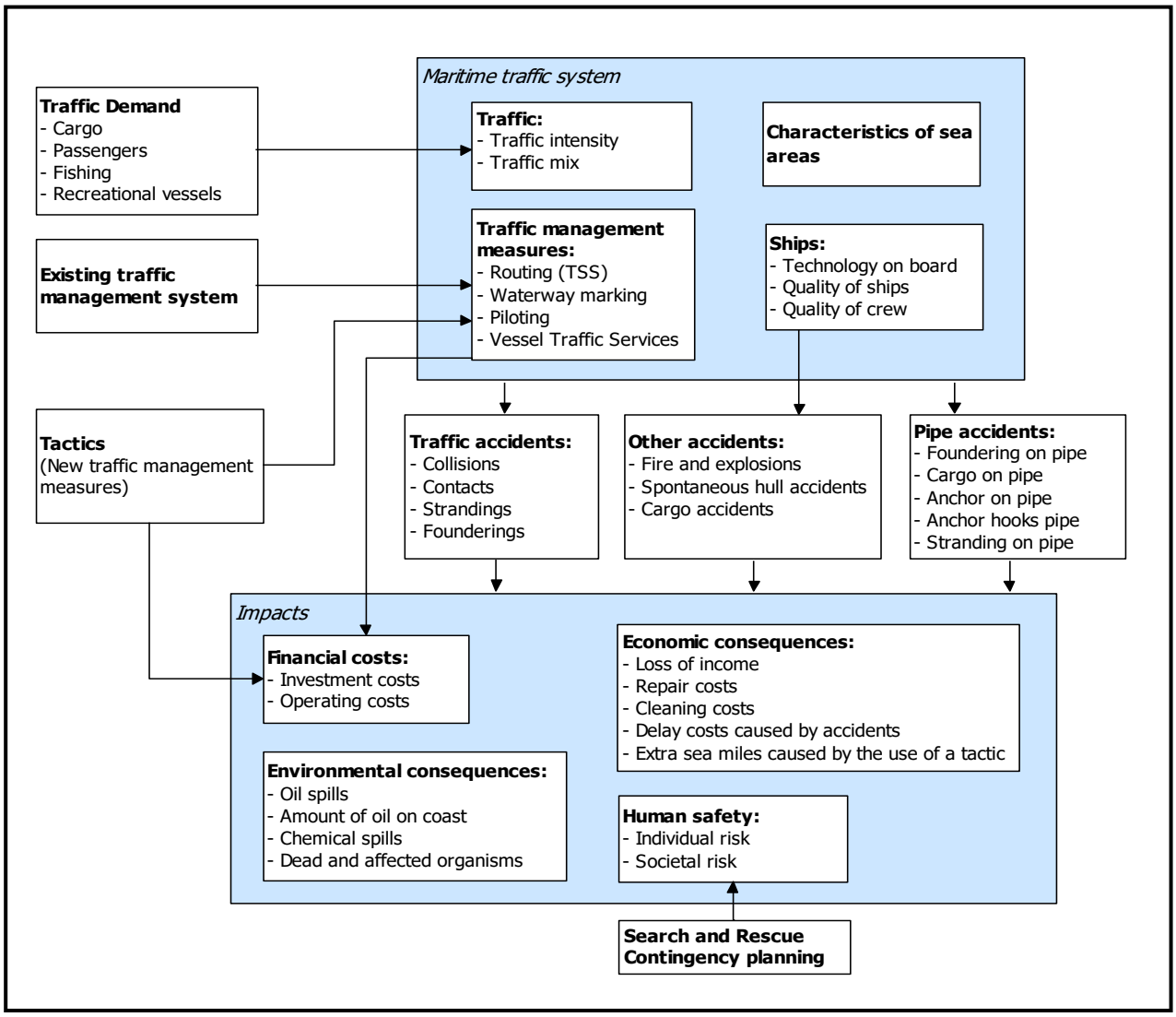
2.1 SAMSON

Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letstel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een globale beschrijving van SAMSON wordt ook weergegeven op: https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/SAMSON.

In Figuur 2.1 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok “Maritime traffic system” (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok “Impacts” bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.



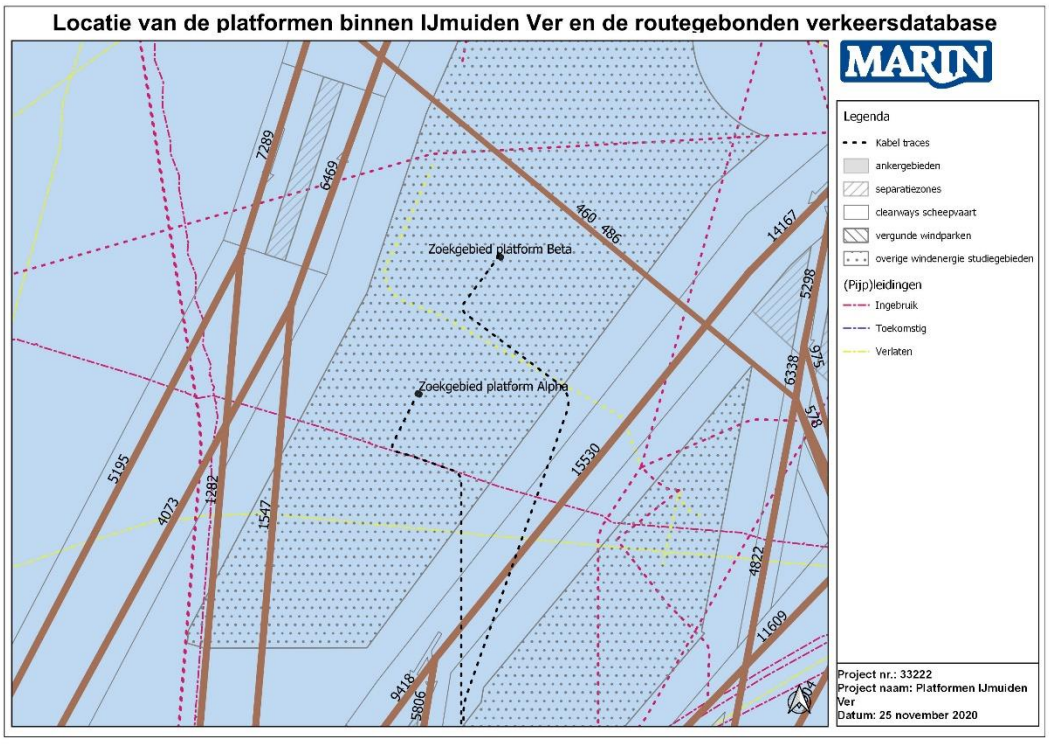
Figuur 2-1 Systeemdiagram SAMSON

2.2 Verkeersgegevens

Belangrijke invoer voor het SAMSON-model is de beschrijving van het scheepvaart verkeer. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een zogenoemde verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is.
Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het “routegebonden” en het “niet-routegebonden” verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Routegebonden verkeer
Voor het routegebonden verkeer zal de verkeersdatabase gebruik worden zoals die ook binnen het cumulatieve effecten onderzoek gebruikt is in [Ref 1.]. Voor de effecten voor IJmuiden Ver zal uitgegaan worden van de verkeersdatabase zoals gemaakt voor T3. Dit betekent een verkeersdatabase waarbij gestart is vanuit de AIS-data over 2017, waarbij vervolgens de economische groeiscenario’s zijn toegepast zoals voorgesteld door Erasmus zodat de verwachte situatie in 2030 ontstaat.
Vervolgens zijn op enkele plekken de routes aangepast om ze “om” de windparken heen te routeren. Voor het gebied rond IJmuiden Ver ging dit om het verplaatsten van de oost-west gaande verkeersstroom door de scheepvaartcorridor.

In Figuur 2-2 is de verkeersdatabase (bruine lijnen) weergegeven zoals deze binnen de berekeningen gebruikt is.



Figuur 2-2 Overzicht van de gebruikte verkeersdatabases (bruine lijnen).

Niet-routegebonden verkeer

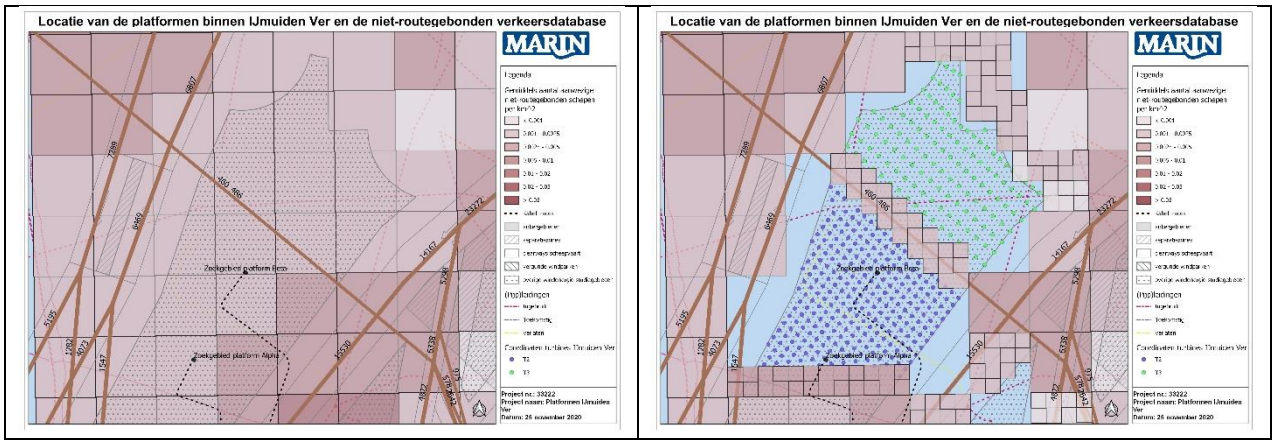
Op dit moment staat het beleid over het mogelijke doorvaren van niet-routegebonden verkeer in windparken nog niet volledig vast. Het meest waarschijnlijke beleid is dat alleen doorvaart (voor schepen tot 46m) mogelijk zal zijn, in vooraf vastgestelde passages door de parken. Daarnaast mogen schepen niet door het park varen (bestemmingswerkverkeer uitgezonderd). Hierdoor wordt onder andere medegebruik van de parken mogelijk gemaakt. Het beleid van doorvaart in passages is als uitgangspunt voor deze studie gebruikt.

De aanvaar-en aandrijffrequenties door het niet-routegebonden verkeer is voor twee situaties uitgerekend: een situatie waarbij de windturbines nog niet gebouwd zijn en alle schepen dus op 500m van het platform mogen varen. En een situatie waarbij de schepen op grotere afstand zullen passeren voor de aanwezigheid van de windturbines. Voor de basissituatie (zonder windpark) zal gebruik gemaakt worden van de niet-routegebonden verkeersdatabase zoals deze ook in [Ref 1.] gebruikt is.

Voor de situatie inclusief het windpark is de verkeersdatabase voor het niet-routegebonden verkeer aangepast. Voor IJmuiden Ver betekent dit dat er een database aangemaakt is waarbij het gebied van het windpark “vrijgemaakt” is van alle verkeer. Daarnaast zijn schepen tot een lengte van 46m door een corridor door het park geleid of aan de zuidkant van het toekomstige park langs.

Routegebonden verkeer en niet-routegebonden verkeer

De totale verkeersdatabase (route en niet-routegebonden verkeer) voor de situatie zonder windpark is weergegeven aan de linkerkant van Figuur 2-3. Aan de rechter kant is de situatie weergegeven waarbij het park gebouwd is.



Figuur 2-3 Totale verkeersdatabases gebruikt binnen de berekeningen (links: situatie zonder windpark, rechts: situatie met windpark)

2.3 Platform karakteristieken

Platform locaties.

	Position (WGS84)		Length (m)	Width (m)	Orientation
	Latitude	Longitude			
Alpha	03º 28’ 48’’ N	52º 48’ 43’’ E	110	80	0º
Beta	03º 34’ 56’’ N	52º 54’ 53’’ E	110	80	0 º

2.4 Risico reducerende maatregelen: ETV

De aanvaar- en aandrijffrequenties in deze studie zijn bepaald zonder de aanvullende risico reducerende maatregel van een ETV (emergency towing vessel). De Nederlandse Kustwacht beschikt over de “Guardian”; een ETV welke stand-by staat en in geval van een incident ingezet kan worden. Het schip, met thuisbasis Den Helder, kiest bij windsterktes vanaf 5 bft een strategische positie op de Noordzee om snel driftende of in nood verkerende schepen op sleeptouw te nemen en drenkelingen aan boord te nemen. Een ETV kan alleen een aandrijving van een platform voorkomen door het driftende schip op sleep te nemen voordat ze tegen het platform drijft. Een aanvaring (rammen) kan niet voorkomen worden door een ETV. Wel kunnen de consequenties voor mensen in het water verkleind worden door een snelle reactie.

Het gebruik van een ETV is in deze studie niet als uitgangspunt genomen. Dit resulteert in een worst-case benadering. Daarnaast is het niet zeker dat de ETV altijd aanwezig zal blijven in de toekomst en de inzetbaarheid van de ETV binnen het windpark is ook onduidelijk.

3 RESULTATEN VOOR PLATFORMS ALPHA EN BETA

Het resultaat van de risico berekeningen zijn de aanvaar- en aandrijffrequenties van het platform per jaar. Om meer inzicht te geven in de mogelijke consequenties van de aanvaringen/aandrijvingen worden de resultaten gepresenteerd per beschikbare kinetische energie bij impact. Deze beschikbare kinetische energie is bepaald op basis van de massa van de schepen en de verwachte snelheid tijdens de impact. De massa is bepaald op basis van de gemiddelde afmetingen per scheepstype en scheepsgrootte klasse. Voor de snelheid bij een aanvaring (rammen) wordt 90% van de service speed van de schepen genomen. De driftsnelheid is afhankelijk van de stroom, wind, scheepstype (windoppervlak) en de snelheid van het schip.

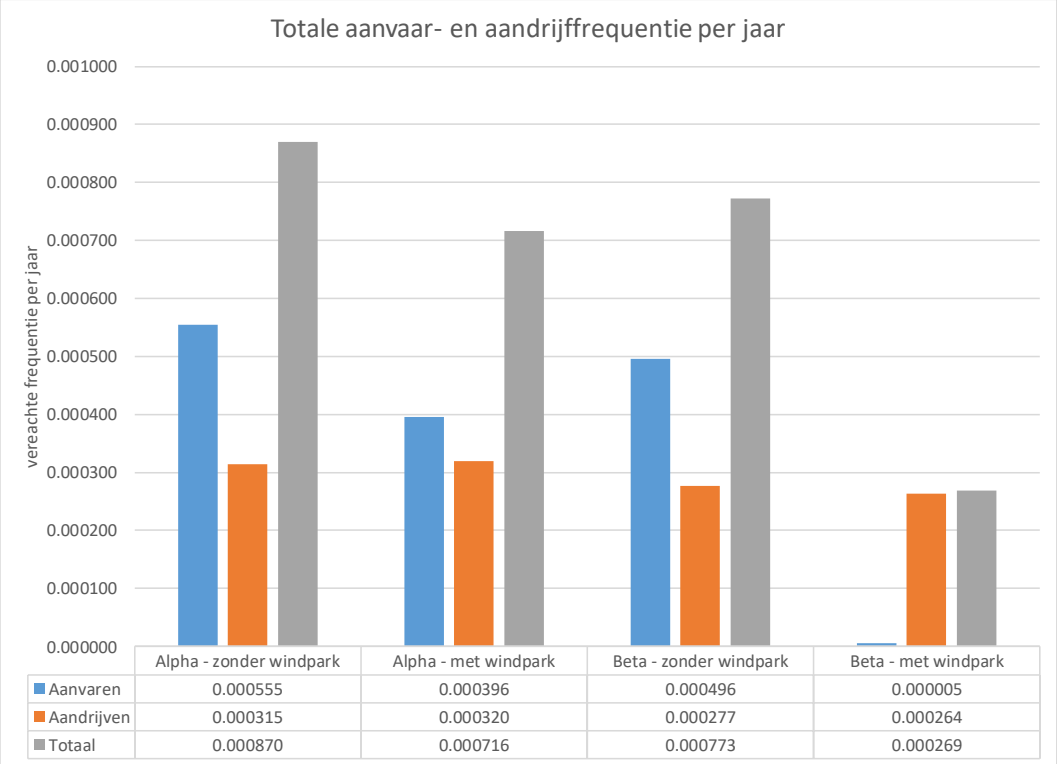
De totale verwachte aanvaarkansen worden gegeven in Tabel 3-1, Tabel 3-2 en Figuur 3-1. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Alpha platform is 0.000870 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 1150 jaar. In de situatie met het windpark daalt deze frequentie naar 0.000716 (eens in de 1397 jaar), deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van de aanvaarfrequentie voor niet-route gebonden schepen die in de situatie met het windpark verder van het platform af varen in de vooraf vastgestelde passagestrook (corridor) of aan zuid- en noordkant van het windpark. Het effect van de situatie met het windpark heeft geen invloed op de aanvaar- en aandrijffrequentie van het routegebonden verkeer, omdat de routes voor deze categorie schepen niet anders zal zijn met of zonder het windpark.
Voor platform Beta is de totale aanvaar- en aandrijffrequentie in de situatie zonder het windpark 0.00773 per jaar (eens in de 1294 jaar). Door de bouw van het windpark daalt dit naar eens in de 3721 jaar. Ook deze afname komt door de afname van de aanvaarfrequentie door niet-routegebonden schepen.

Tabel 3-1 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties per jaar voor de beide platformen in IJmuiden Ver (huidige en toekomstsituatie)

Verkeers situatie	Platform	Verwachte frequentie per jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Huidige situatie	Alpha	0.000001	0.000554	0.000555	0.000288	0.000027	0.000315	0.000870
	Beta	0.000003	0.000493	0.000496	0.000252	0.000025	0.000277	0.000773
Situatie met windpark	Alpha	0.000001	0.000395	0.000396	0.000288	0.000032	0.000320	0.000716
	Beta	0.000003	0.000002	0.000005	0.000252	0.000012	0.000264	0.000269

Tabel 3-2 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties (eens in de … jaar) voor beide platformen in IJmuiden Ver (huidige en toekomstsituatie)

Verkeers situatie	Platform	Eens in de … jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Huidige situatie	Alpha	957352	1805	1802	3471	37689	3178	1150
	Beta	321363	2029	2016	3965	40723	3613	1294
Situatie met windpark	Alpha	957352	2532	2526	3471	31591	3128	1397
	Beta	321363	551018	202981	3965	85943	3790	3721

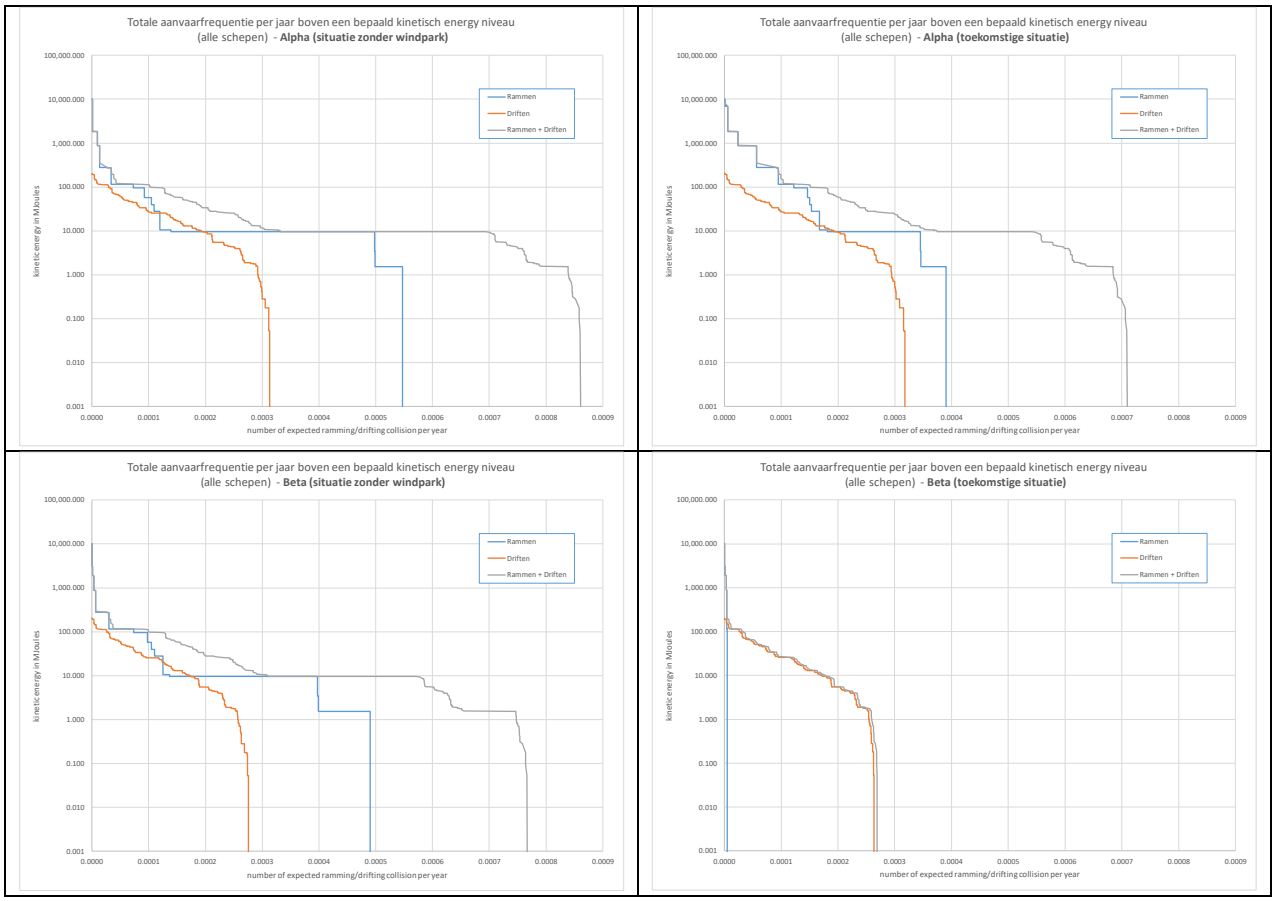


Figuur 3-1 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar voor de beide platform locaties voor de huidige en toekomstige situatie.

Tenslotte is op basis van de massa en de verwachte snelheid van de schepen die het platform aanvaren of aandrijven de kinetische energie bepaald tijdens de aanvaring of aandrijving. Deze energie geeft een indicatie van de mogelijke gevolgschade aan het platform. In Tabel 3-3 is de totale frequentie per energieklasse weergegeven. In Figuur 3-2 zijn de verdelingen grafisch weergegeven. Om een goede vergelijking te maken is de schaal voor de verschillende figuren gelijk gehouden.

Tabel 3-3 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per energie klasse per platform locatie

Energie Klasse [MJoules]	Huidige situatie		Situatie met windpark	
	Alpha	Beta	Alpha	Beta
<1	0.000030	0.000025	0.000031	0.000009
1-3	0.000078	0.000118	0.000075	0.000025
3-5	0.000031	0.000027	0.000031	0.000025
5-10	0.000398	0.000293	0.000204	0.000033
10-15	0.000055	0.000045	0.000050	0.000033
15-50	0.000108	0.000100	0.000110	0.000080
50-100	0.000066	0.000065	0.000063	0.000034
100-200	0.000068	0.000070	0.000056	0.000026
>200	0.000035	0.000030	0.000095	0.000005
Totaal	0.000870	0.000773	0.000716	0.000269



Figuur 3-2 Totale aanvaarfrequentie boven een bepaald kinetisch energie niveau (links boven: Alpha in de huidige situatie, rechts boven: Alpha in de situatie met windpark, links onder: Beta in de huidige situatie, rechts onder: Beta in de situatie met windpark

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In deze studie is gekeken naar de effecten op de scheepvaartveiligheid van de offshore platformen binnen windpark IJmuiden Ver.

Voor beide platforms Alpha en Beta is gekeken naar het effect van de aanwezigheid van deze platforms op de scheepvaartveiligheid. Hierbij zijn de resultaten weergegeven voor twee verschillende verkeersscenario's:

- De situatie zonder dat het windpark erom heen gebouwd is (huidige situatie). Hierbij is het uitgangspunt dat er geen beperkingen zijn voor de scheepvaart om te varen in het gebied, anders dan de 500m veiligheidszone rond het platform.

- De situatie waarbij het windpark gebouwd is (situatie met windpark). Hierbij is uitgegaan van het meest waarschijnlijke beleid aangaande de doorvaart door windparken. Het uitgangspunt is dat schepen alleen door het windpark mogen varen in vooraf vastgestelde passages (schepen tot 46m). Overig verkeer, uitgezonder bestemmingswerkverkeer, mag niet in de parken varen.

In Tabel 4-1 zijn de totale aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar weergegeven voor de beide platformlocaties. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Alpha platform is 0.000870 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 1150 jaar. In de situatie met het windpark daalt deze frequentie naar 0.000716 (eens in de 1397 jaar), deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van de aanvaarfrequentie voor niet-routegebonden schepen die in de situatie met het windpark verder van het platform af varen in de vooraf vastgestelde passagestrook (corridor). Het effect van de situatie met het windpark heeft dus geen invloed op de aanvaar- en aandrijffrequentie van het routegebonden verkeer.
Voor platform Beta is de totale aanvaar- en aandrijffrequentie in de situatie zonder het windpark 0.00773 per jaar (eens in de 1294 jaar). Door de bouw van het windpark daalt dit naar eens in de 3721 jaar. Ook deze afname komt door de afname van de aanvaarfrequentie door niet-routegebonden schepen.

Tabel 4-1 Verwachte aanvaar- en aandrijf frequenties voor het platform in IJmuiden Ver (huidige en toekomstsituatie)

Verkeers situatie	Platform	Eens in de … jaar					
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)		
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal
Huidige situatie	Alpha	0.000289	0.000581	0.000870	3459	1722	1150
	Beta	0.000255	0.000517	0.000773	3917	1932	1294
Situatie met windpark	Alpha	0.000289	0.000427	0.000716	3459	2344	1397
	Beta	0.000255	0.000013	0.000269	3917	74347	3721

Het effect van de offshore platformen binnen windpark IJmuiden Ver op de scheepvaartveiligheid is gering, zeker in de fase waarbij het platform volledig "omringd" is door het windpark.

REFERENTIE

[Ref 1.] J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof, J. Valstar

WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen.

MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019

M A R I N
P.O. Box 28

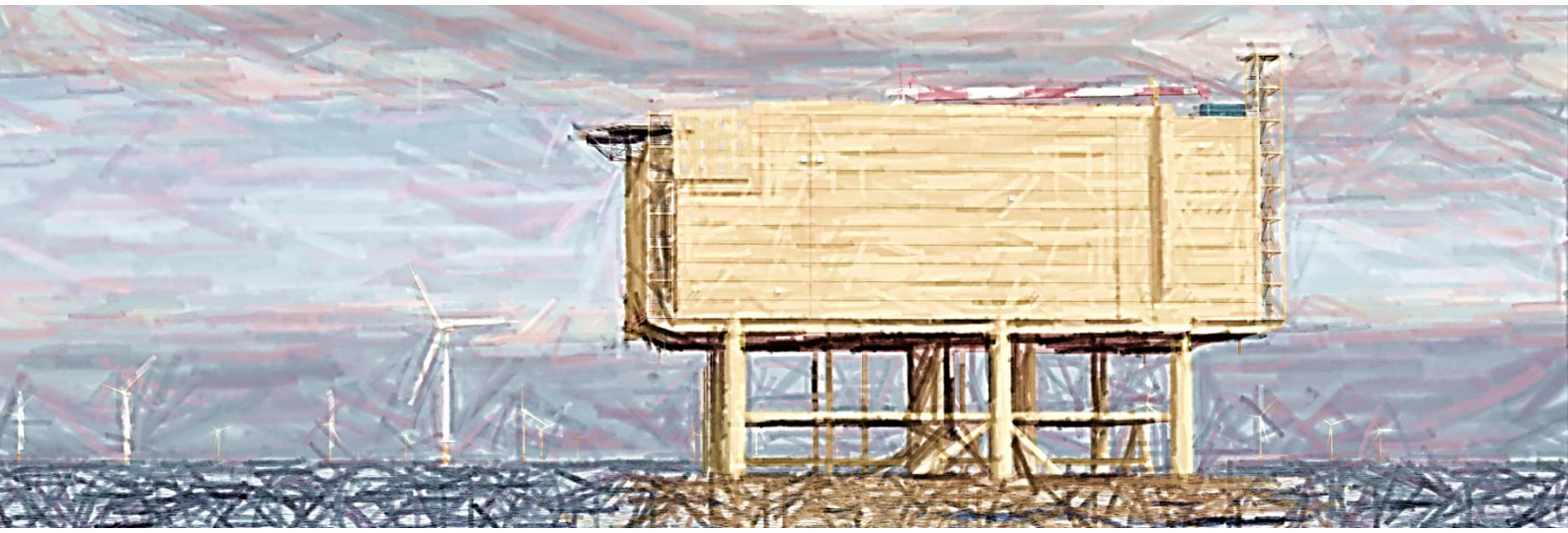
6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XI-D Nautical Risk Assessment Cables IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

NAUTICAL RISK ASSESSMENT OF THE OFFSHORE CABLE "IJmuiden Ver Beta"

An evaluation of marine induced hazards

Report No.	:	33064-3-MO-rev.1.0
Date	:	7 July 2021
Version	:	1.0
		Final report

NAUTICAL RISK ASSESSMENT OF THE OFFSHORE CABLE "IJmuiden Ver Beta"

An evaluation of marine induced hazards

Ordered by : Pondera

Reported by : Y. Koldenhof MSc

Signature management :



Version	Date	Status
0.1	15 June 2021	DRAFT
1.0	7 July 2021	Final, after review client

CONTENTS PAGE

1 INTRODUCTION....1

2 DEFINING HAZARDS....2

3 METHODOLOGY....4
3.1 AIS-based traffic information....4
3.2 General description....5
3.3 SAMSON ship size and types....5
3.4 Basic accidents rates....6
3.5 Model: Anchoring dragging and anchor dropping....7
3.6 Model: Stranding....8
3.6.1 Traffic database....8
3.6.2 SAMSON-calculation....10
3.7 Model: Container Dropping....10
3.8 Model: Sinking....11

4 TRAFFIC CROSSING THE CABLES....12
4.1 Traffic density....12
4.2 Anchor areas....15
4.3 Results number of crossings....16
4.4 Fishing vessels....18

5 INCIDENT FREQUENCIES....20
5.1 Foundering/sinking on the cable....20
5.2 Container falls on the cable....20
5.3 Anchor....21
5.4 Stranding....22
5.5 Overall incident frequencies....22

REFERENCES....24

APPENDIX 1 SAMSON SYSTEM DIAGRAM....26

APPENDIX 2 SAMSON: STRANDING MODEL....27

APPENDIX 3 MODEL SINKING ON TWO CABLES....28

1 INTRODUCTION

MARIN was asked by Pondera, to determine the risk due to shipping for the future offshore export cables connecting wind farm IJmuiden Ver to the shore of The Netherlands as part of the Environmental Impact Analysis (EIA). Within the wind farm two platforms (High Voltage Station) will be placed: Alpha and Beta. The present risk assessment study is prepared for the final versions of de trajectory of the cables to both platforms. For every cable there is separate report presented, thus one for Alpha and one for Beta. This report describes the results for the cable to platform Beta.

The objective of the overall work is to determine the Risk Based Burial Depth (RBBD) for the cable. The activities of MARIN include marine hazard identification for the cable and investigation of the number of vessels crossings at the proposed cable location. MARIN investigates the probabilities of the specific nautical threats per 100 m cable segments. A division will be made in the relevant nautical related threats: foundering, sinking after collision, container dropping, anchor dropping, anchor hooking and stranding on the cable.

This report summarised the analysis and the results whereas the final results.

Report

In Chapter 2, the marine hazards are defined. Chapter 3 describes the methodology. The traffic crossing the cable is presented in Chapter 4, where fishery is described separately. In the concluding Chapter 5, the results of the frequency analysis are presented.

Used abbreviations in the report:

AIS	: Automatic Identification System
MARIN	: Maritime Research Institute Netherlands
MMSI	: Maritime Mobile Service Identity
RBBD	: Risk Based Burial Depth
SAMSON	: Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea
VONOVI	: Verkeers Onderzoek Noordzee Visuele Identificatie

2 DEFINING HAZARDS

The first step in a risk assessment is identifying the possible hazards. An overview of the trajectory of the cable is provided in Figure 2-1. On the background of Figure 3-1 the shipping density map is shown, this density map is based on AIS-data of all type of vessels.

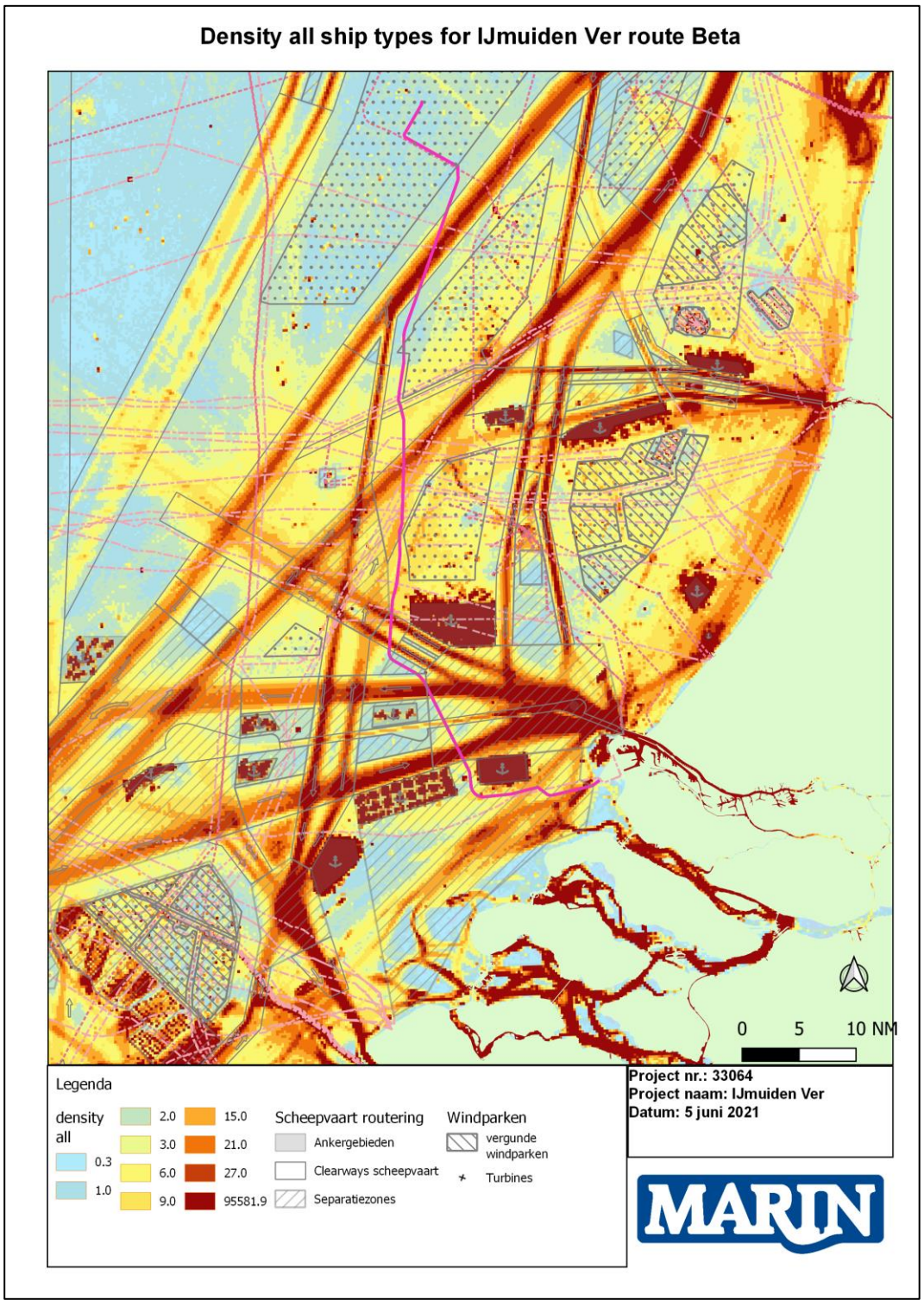


Figure 2-1 Trajectory of the cable, inclusive the shipping density of all type of vessels (based on AIS-data)

The identified hazards are evaluated based on the overview of the traffic and the historical accidents.

The main hazards induced by shipping for the cables in the described areas are:

- A ship founders on the cable;
- A ship sinks on the cable after being involved in a collision;
- A container falls on the cable;
- An anchor is dropped on the cable;
- An anchor is dropped by a ship just before passing the cable and next the anchor hooks the cable before the ship has stopped;
- A vessels strands on the cable due to an engine failure;
- A fishing vessel crosses the cable while likely bottom trawling;
- Large ships sinking on two neighbouring cables.

Most of the hazards induced by shipping are related to the number, type and size of the ships involved. Therefore an analysis has been done to determine the type of vessels crossing the cable, or sail in the vicinity of the cable. This analysis has been executed using AIS data and the results are given in Chapter 4.

3 METHODOLOGY

In Chapter 2, different types of hazards were identified. In this study, for each type of hazard an expected frequency is calculated. This is done by combining the AIS-based traffic information with general accident statistics. For each type of hazard, a different approach was used. The incident frequencies for sinking/foundering, anchor dropping and hooking and container dropping are based on the number of crossings based on AIS-data. For the frequencies for stranding on the cable the SAMSON model was used. In this chapter, the different models and methods are further explained.

For these types of studies, the SAMSON model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore in the North Sea) is often used. This model was developed for the Dutch ministry of Transport, Public Works and Water Management to predict all types of accidents by shipping at sea. It uses the shipping routes, traffic intensity and composition, layout and environmental conditions. The SAMSON-model has continuously been extended and updated during the last 30 years, and is used in many safety studies. The diagram of the SAMSON system is presented in Appendix 2.

3.1 AIS-based traffic information

Since 2005, all merchant ships over 300 GT are equipped with an Automatic Identification System (AIS). This system transmits information about the ship, her voyage and her position, speed and course. This system was introduced to improve ship's identification system to identify other ships sailing around them. Nowadays, the AIS information is also received by coastal authorities to improve monitoring of the various sea areas. The data set contains all ships that have an AIS transponder on board. Since recent years ships smaller than 300 GT are observed in the data set as well. Some larger recreation (mostly sea-going) vessels also have a so-called class B-AIS on board. In addition, the AIS is also used by smaller fishing vessels and inland vessels.

For this study, AIS-data provided by the Netherlands Coastguard was used. MARIN received this data to use in research projects related to the safety of shipping. The analysed period for this study was 1 Jan 2018 until 31 Dec 2020.

The data set contained only information about ships with an AIS-transponder on board. Therefore, information about smaller vessels that do not have an AIS-system on board, such as recreational vessels is not included in the data set and therefore, these vessels are not taken into account in this study.

The AIS-data is used for different purposes. First, shipping density charts are created to provide a good overview of the traffic in the area and to provide more insight in the shipping activities surrounding the location of the asset. Secondly, the intensity of vessels crossing the location of the cable is determined. This is done by defining the different segments as lines and count the number of vessels that cross the line by using the positions from the AIS-messages. Besides the number of crossings, the actual crossing angle is also determined.

The results of these analyses are provided in Chapter 4.

3.2 General description

The main idea of the incident frequency models is first to determine the possible dangerous situations (so called exposure rates). These situations are different for the different incident types. In the next chapters, the different models are described. In Figure 3-1 a global overview of the calculation scheme is provided.

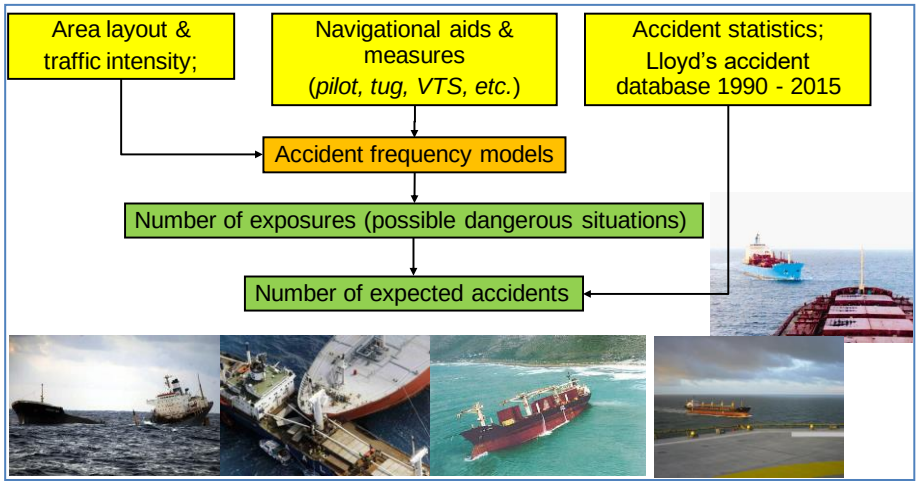


Figure 3-1 Global overview of the calculation scheme.

3.3 SAMSON ship size and types

The accident rates are defined per ship category, which are defined by SAMSON ship size and ship type. Next to the accident rates, the final incident frequencies in the report are also summed up for the different ship type and ship size classes. In Table 3-1 the gross tonnages per ship size are given and Table 3-2 shows the typical SAMSON ship types.

Table 3-1 SAMSON ship size definition

	Size-class [based on GT]							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Gross tonnage	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	>100000

Table 3-2 SAMSON ship type categories, route bound (R) and non-route bound (N).

SAMSON ship type	**R/N**	**Dutch comments**
Bulker/GDC	R	Bulkvracht / General Dry Cargo: schip dat droge lading vervoert
Container	R	Containerschip
Tanker (chem/oil)	R	Tankers (chemicaliën en/of olie)
Gastanker	R	Gastanker (LPG of LNG)
Pass/Ferry/RoRo	R	Passagiersschepen, veerboten en Roll-on/Roll-off schip: schip dat voornamelijk vrachtwagens en opleggers met lading vervoert
Work vessel/Others	N	Werkschepen zoals baggerschepen of bevoorradingsschepen en andere schepen die offshore constructies bezoeken
Fishing	N	Vissersschip
Recreational	N	Recreatievaartuigen

3.4 Basic accidents rates

The accident rates used in this study are the basic event rates for (1) foundering and (2) engine failure as they are assessed in an extensive study of the relation between accidents and exposures, see [1], [2] and [3] related to detailed anchoring behaviour in specific areas.

All registered accidents that occurred between the years 2000 and 2015 worldwide and specifically in the North Sea, are analysed. This data is only available for cargo vessels, SAMSON ship types Tanker chemical/oil, Gas tanker, Bulk carrier, Container vessel and GDC (General Dry Cargo).

For each accident type, an accident base rate is determined, which stands for the number of accidents per ship year at sea, multiplied with a specific factor based on ship type and ship size. The base rate is determined based on the accidents at the North Sea. The type and size factors are based on accidents worldwide. The latter is because there are not enough accident statistics on the North Sea, considering specific ship types and sizes. Furthermore, it is assumed that e.g. the foundering frequencies are lower for a big vessel than for a small one in general, independent of the location.

The accident rates are used as basis for the determination of the foundering/sinking, anchor dropping/hooking and stranding frequencies.

Basic Accident Rates Engine failure and use of anchor

The basic accident rated for anchor dropping per sailed nautical mile are based on an analysis perform on the data regarding drifting vessels at the North Sea. Based on the information of reported drifting vessels provided by the Netherlands Coastguard to MARIN, a so-called Accident Rate for engine failure is determined. This means the probability of an engine/rudder failure per sailed nautical mile.
The information about the reported drifting incidents also contained information about whether vessels used their anchor to stop the drift and if they were able to actually use their anchor. In Table 3-3 an overview of the number of reported drifting vessels per year is given, including the number of vessels that used their anchor.

Table 3-3 Drifting vessels per year (2006-2017)

Year	Number of reported drifting vessels used anchor	Number of reported drifting vessels not using their anchor	Total number of reported drifting vessels	% reported drifting vessels used their anchor
2006	12	40	52	23%
2007	14	74	88	16%
2008	31	94	125	25%
2009	17	74	91	19%
2010	23	147	170	14%
2011	24	131	155	15%
2012	20	94	114	18%
2013	9	70	79	11%
2014	15	82	97	15%
2015	4	92	96	04%
2016	10	82	92	11%
2017	11	49	60	18%
Total	**190**	**1029**	**1219**	16%

To determine the updated Accident Rate the following assumptions are made:

- an average of 110 drifting incident per year (1219/11years)
- 16% of the drifting vessels will use their anchor

To calculate the final basic accident rate for anchor dropping, it is assumed that in general 5% of the suspicious anchoring cases will actually be erroneous anchoring cases, which means anchoring without looking on the nautical chart for any infrastructure, such as a cable. This 5% is considered a worst-case assumption. This was a result of a marine hazard study for the BBL pipeline and is considered relevant in this case as well [3]. Since the BBL study in 2011, more experience and insight has been gained, which resulted in the assumption that it is often justified to assume erroneous anchoring within the TSS as 1%. This is due to assumed increased awareness of the crew when navigating in the busy shipping lanes. However due to the location of the different windfarms next to the different traffic lanes it is expected that vessels will sooner use there anchor to avoid a collision with a wind turbine. This effect has not been investigated in depth, but because of it, not the 1% but the 5% erroneous anchoring assumption is used.

Basic Accident Rate Container dropping

The basic accident rate for container dropping is the expected number of containers that will go overboard per sailed nautical mile. In 2020, these basic accident rates were updated using incident data provided by the Netherlands Coastguard.

3.5 Model: Anchoring dragging and anchor dropping

If a ship is in trouble due to malfunction of the main engine or steering engine she can drop the anchor to prevent the ship from drifting away. Each vessel crossing the location could encounter a so-called “engine-failure” and drops her anchor. The risk for the cable from these initiating incidents can be divided into two hazards: anchor dropping and anchor hooking.

The basic Accident Rates for these incident types is the probability that a vessel will drop her anchor per sailed nautical mile. This basic accident rate is multiplied with a so-called danger mile, the length of the path of the vessels that pose a threat to the cable.

In case of *anchor dropping* this is the size of the anchor. Therefore, to determine the frequency of anchor dropping the probability that specific vessel crossing the cable location drops her anchor (per sailed nm) is multiplied with the length of the anchor.

For the calculations, the improved anchor-hooking model is used. In this model three phase are defined:

1. The phase in which the vessel slows down from 3kn (1.5m/s) to 2 kn (1 m/s). In this phase the anchor will not dig in very deep, it will bump a little bit over the sea bottom
2. The second phase is the phase where the vessel will slow down fron 2 kn (1 m/s) to 0.05 m/s. In this phase the anchor will dig in deeper
3. The final phase is the phase in which the vessel will slow down from 0.05m/s to 0 m/s. In this phase, the anchor will dig in deep.

The penetration depth of the anchor is different for each phase, but also the length over which the anchor is dragged over the sea bottom. This length is input for the model to determine the frequency of anchor hooking.

The formulas to determine the length and the penetration depth of the different phases are the result of different discussions between, Deltares, Witteveen&Bos, ACRB and MARIN. The formulas and the mechanism behind it is explained further in the report of Deltares.

Within the analysis for each vessel crossing the cable the following is determined/calculated:

- Ship type
- Ship size (GT/DWT/Displacement/Mass)
- Anchor mass
- “Sailing” length of the different of the different phases in anchoring (L1, L2, L3)
- Penetration depth in the different phases in anchoring (P1, P2, P3)
- Probability of dropping an anchor per sailed nautical mile (Basic Accident Rates)
- Frequency of anchor hooking for the different phases (length * probability) (F1, F2, F3)

Finally, the different penetration depths and the corresponding frequency for all vessels crossing a certain segment are combined and sorted into an expected distribution of the penetration depth for that segment, based on the actual observed traffic. This distribution is the input for the overall RBBD.

3.6 Model: Stranding

The probability of stranding or grounding on the cable is determined using the SAMSON model. A more detailed description of the model is provided in APPENDIX 2. To determine the frequency for stranding a different approach is needed, since the “starting” incident (engine failure and drifting) for stranding will happen somewhere else than where the cable is located, one cannot use the number of vessels passing the cable as a basic, as can be for the other incident types.

The first step is to set up a traffic database. Secondly, SAMSON calculates the chance that a ship crosses the cable due to drifting after engine failure. Paragraph 3.6.1 and Paragraph 3.6.2 describe the traffic database and the SAMSON calculation, respectively.

3.6.1 Traffic database

First, a traffic database needs to be set up before calculation on the probability of a vessel grounding/stranding at the cable location can be made. This traffic database consists of waypoints and links (route structure), in which the shipping intensity per year is determined based on the AIS-data for each link. For this study a traffic database used in other studies regarding shipping accidents is used. This traffic database takes into account future expected traffic situation for 2030, including the relocation of traffic routes as a result of the wind farms

The traffic database is shown in Figure 3-2 and is represented by the red lines, with the number indicating the number of passages per year (one direction). The part of the cables indicated in the blue oval are the parts where ships could strand or run aground. The frequency for stranding have already been determined for earlier version of the proposed trajectories ([Ref 6.]). Since the relevant part for stranding of the trajectory of the cable has not changed significant, the stranding frequencies has not been recalculated. Therefore, both “old” trajectories are visible in the figure.

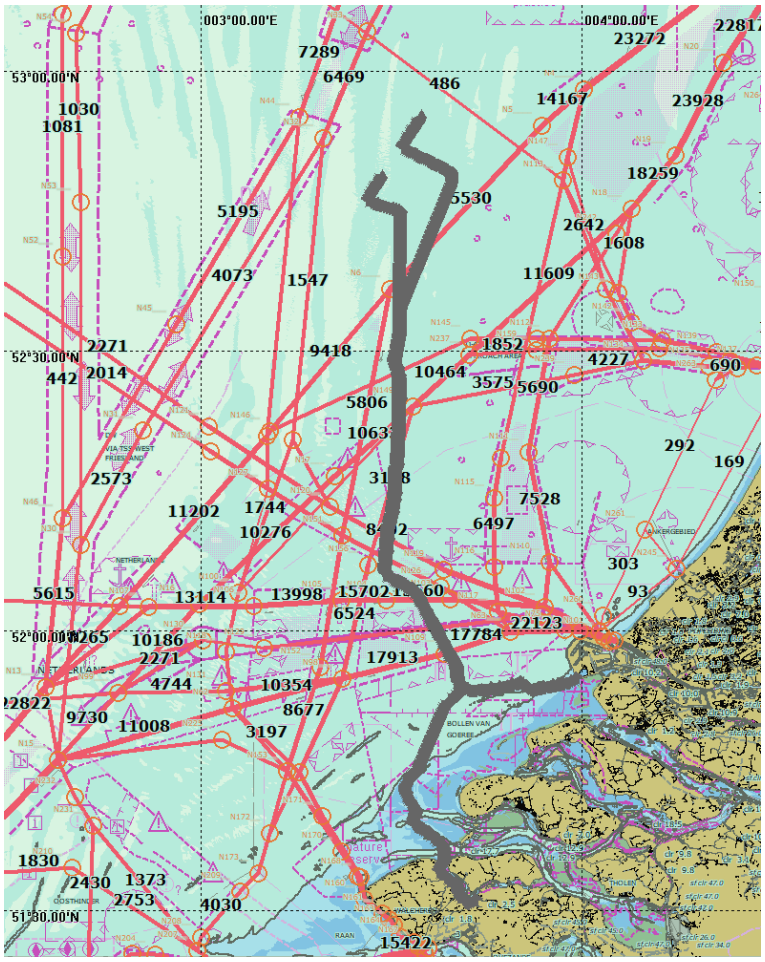


Figure 3-2 Traffic database used as input for SAMSON (grey line proposed trajectories to platform Alpha and Beta).

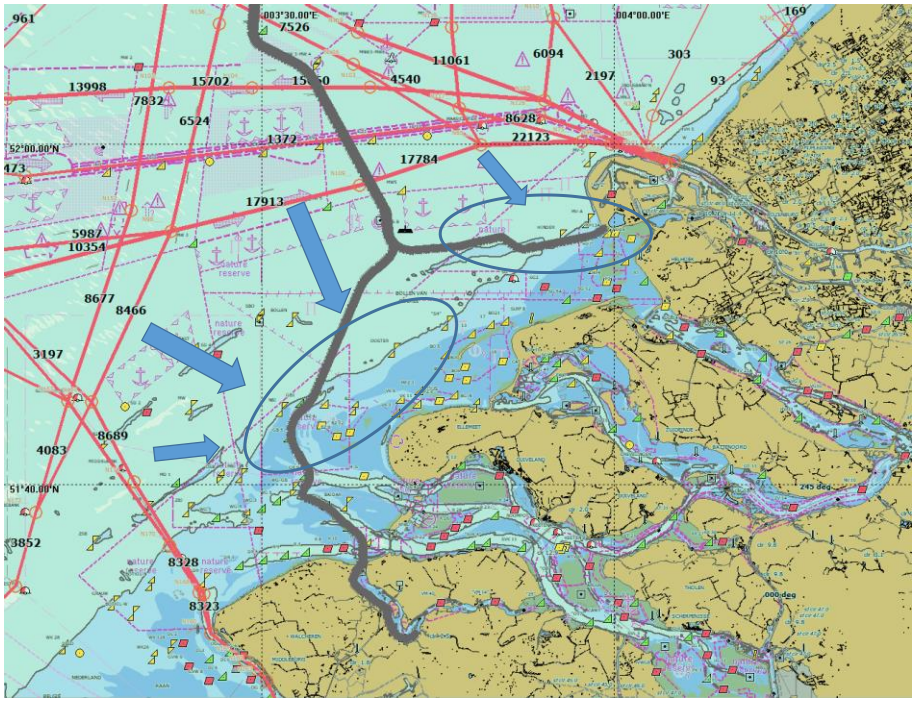


Figure 3-3 Indications of the parts of the trajectory related to stranding of vessels. (grey line proposed trajectories to platform Alpha and Beta)

3.6.2 SAMSON-calculation

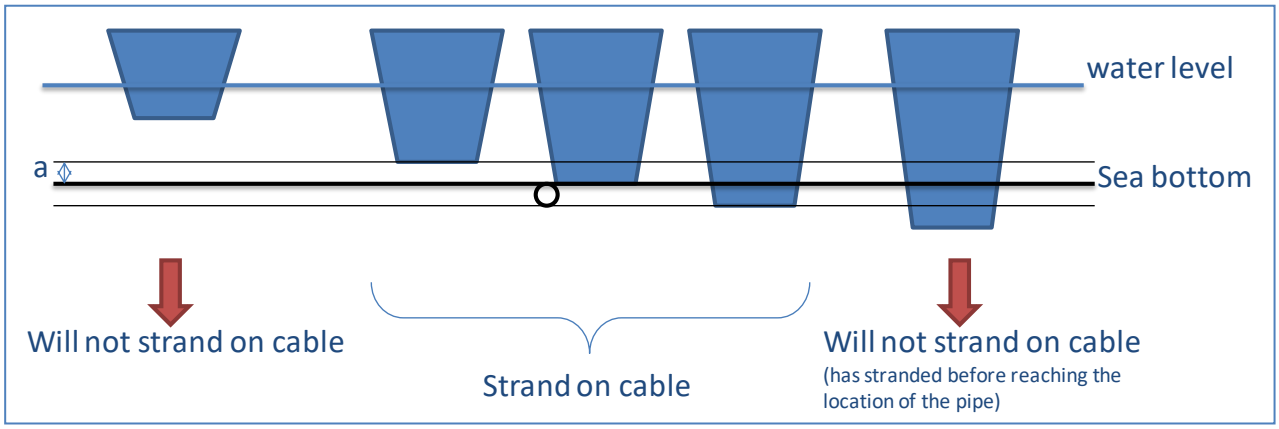
The expected probability of a ship stranding on part of the cable has been determined using the SAMSON model (Appendix 3). The calculated stranding probability with the SAMSON model only takes into account stranding frequencies caused by engine failure. The final stranding frequency depends on the draught of the vessel and the sea level. These two factors determine whether a vessel has already run aground before reaching the location, or will ground at the cable location or simply drift over the cable location since there is enough water above the cable.

A certain ship type/size can only ground on a cable if:

Seabed - a < d(type,size) < Seabed + a

Where:

d(type,size)	→ draught of the vessel (type/size)
Seabed	→ seabed level [m]
a	→ marge between draught and seabed [m] (set to 1 m)



3.7 Model: Container Dropping

The expected probability that a container will drop above a cable is based on the following general idea. Figure 1 shows the situation where an object from the ship (container) or the ship herself falls/sinks on the cable or pipeline. If that event occurs in the part of the link depicted as “danger miles”, the object will fall on the pipeline. Thus, the event rate is applied to the ships on this part of the link.

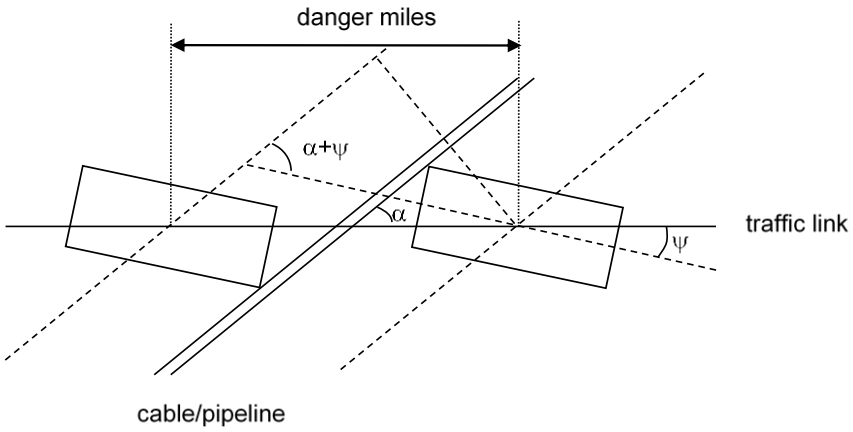


Figure 1

The danger miles for the situation of figure 1 can be represented by:

$$D_{miles} = \left(L_{object} + \frac{B_{object}}{\tan(\alpha + \psi)} + \frac{D_{pipe}}{\sin(\alpha + \psi)} \right) \frac{\sin(\alpha + \psi)}{\sin \alpha} \frac{1}{1852}$$

In which:

D_{miles}	Danger miles in nm
L_{object}	Length of the object in m
B_{object}	Breadth of the object in m
$D_{pipeline}$	diameter of the pipeline in m
α	angle between the traffic link and the pipeline
ψ	angle with the traffic link of the falling object

The previous formula contains the danger miles for one ship crossing the cable. The total threat to the cable per year from all the vessels crossing the cable is:

$$Cable contacts = \sum_k \sum_i \sum_j n_{ijk} \, D_{miles}(i, j, k) \, FR(i, j)$$

Herein is:

i	the type of the ship
j	the size of the ship
k	the link that crosses the pipeline
n_{ijk}	the number of passages per year of ship type *i* and size *j* over link *k*
FR(i,j)	the basic event rate per nautical mile

This means for the container dropping in a cable the calculated “danger mile” is multiplied this the expected number of containers dropping per sailed nautical mile (basic accident rate for container dropping). To determine the length of the danger mile the container is assumed to be square shaped, with sides as long as the length of a normal container. This is assumed to take into account the fact that a container can hit the bottom of the sea in different ways. Taken a square shape with two times the length is a worst-case scenario approach.

3.8 Model: Sinking

The model to determine the expected number of vessels that will sink on the cable is similar to the model used for container dropping. Only now, the length of the actual vessel is used as length of the object. And the final calculated danger mile is multiplied with the basic accident rate for founding, which is the expected number of foundering’s per sailed nautical miles.
Also, here the object, in this case the sinking vessel, is represented by a square shaped object, to take in to account the unpredictability of the sinking incident.

4 TRAFFIC CROSSING THE CABLES

The objective of this chapter is to create an overview of the number of ships sailing over the different parts of the cables, divided into ship types and ship size classes. The traffic density charts are presented in Chapter 4.1. The results for the number of ships crossing the cables are presented in Chapter 4.2 Finally the results for fishing vessels are given in Chapter 4.3.

4.1 Traffic density

Some density charts are created based on the AIS-data. Figure 4-1 shows the average number of route bound ships sailing in a grid cell of 500 m x 500 m for the whole area of interest based on AIS-data from 2018 and 2019.

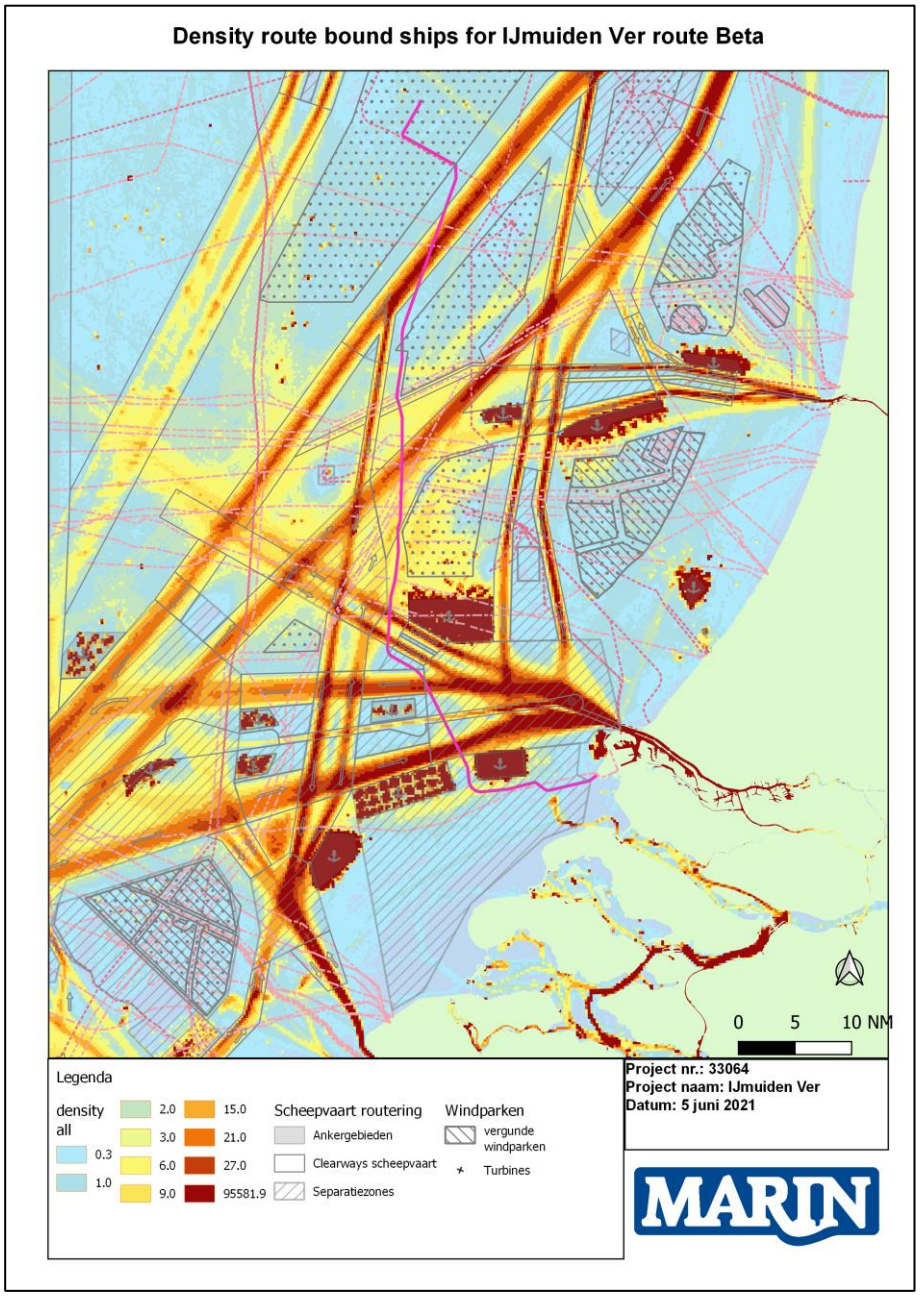


Figure 4-1 Traffic density based on AIS data over 2018/2019, route bound traffic types.

In Figure 4-1 also the Traffic Separation Schemes (TSS) and clearways are indicated. A TSS is indicated on navigational charts and a ship navigating in a traffic-lane must sail in the direction of that lane. The area between two opposite lanes is to be avoided by vessels travelling within the TSS except in specific circumstances such as emergencies or for fishing activities.

Clearways are shipping zones between traffic separation schemes in which mining installations may not be built. Vessels are recommended but not obliged to use these areas. Recognising that these areas must remain free of obstacles, a clearway holds the status of recognised sea lane essential for navigation as referred to in the United Nations Convention on the Law of the Sea. The clearways have been established in the regulations accompanying the Dutch Mining Act. Clearways are, however, not indicated on navigational charts. As shown in Figure 4-1, the planned cable route will cross some of the most dense traffic routes on the Dutch part of the North Sea at the location of several clearways (in different directions).

Besides the density charts, Figure 4-2 until Figure 4-4 show the actual tracks of the vessels. For illustration purposes the tracks of the vessels passing the area in one month in 2019 are presented in Figure 4-2. The position of the vessels is plotted every 5 minute and the colour indicates the speed and/or the heading of the vessels. The red dots are the locations where the speed over ground is less than 0.01 knots (practically at anchor). A purple dot means a speed less than 0.2 knots, yellow less than 0.4 knots and blue less than 1 knots. When a vessel is sailing East, the position is indicated with a black dot and when she is sailing West a brown dot is used.

In Figure 4-2 the positions of all type of vessels are indicated, resulting in a more diffuse traffic picture. In Figure 4-3 only the positions of (larger) merchant vessels are plotted in the map, this provides a clearer picture of the main traffic routes. Finally only the non-route bound vessels are plotted in Figure 4-4.

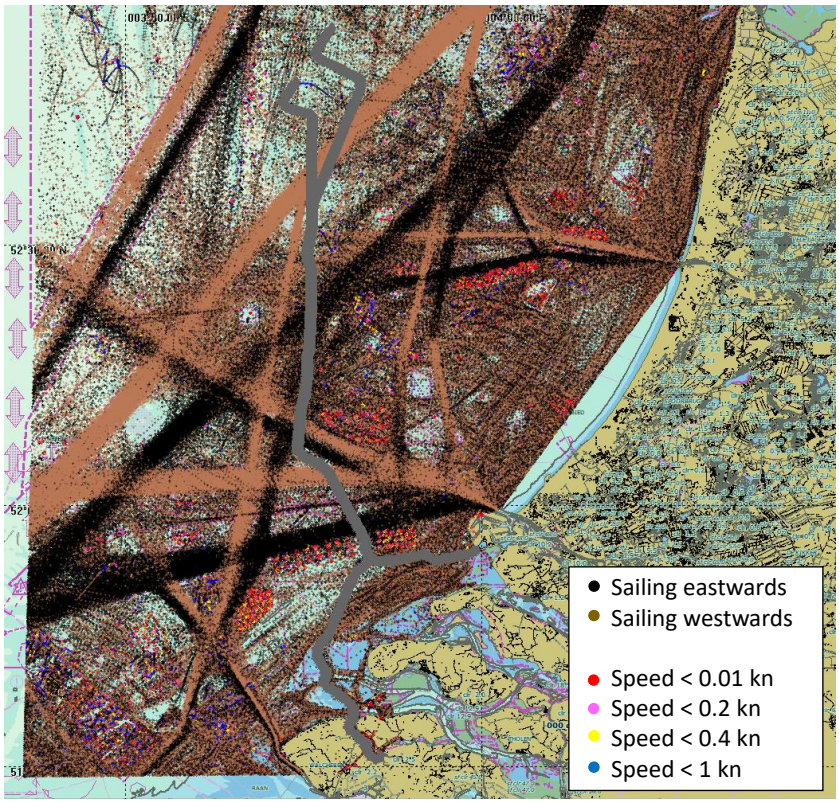


Figure 4-2 Tracks of ships with AIS, position every 5 minute, April 2019 (all ship types), grey line represents the proposed trajectories.

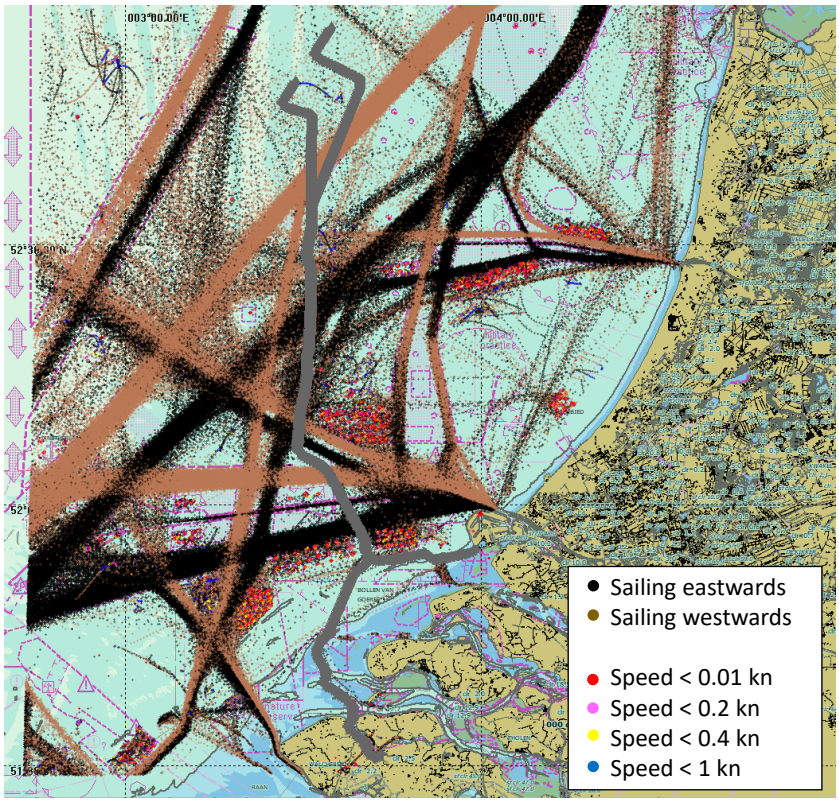


Figure 4-3 Tracks of ships with AIS, position every 5 minute, April 2019 (only merchant vessel), grey line represents the proposed trajectories.

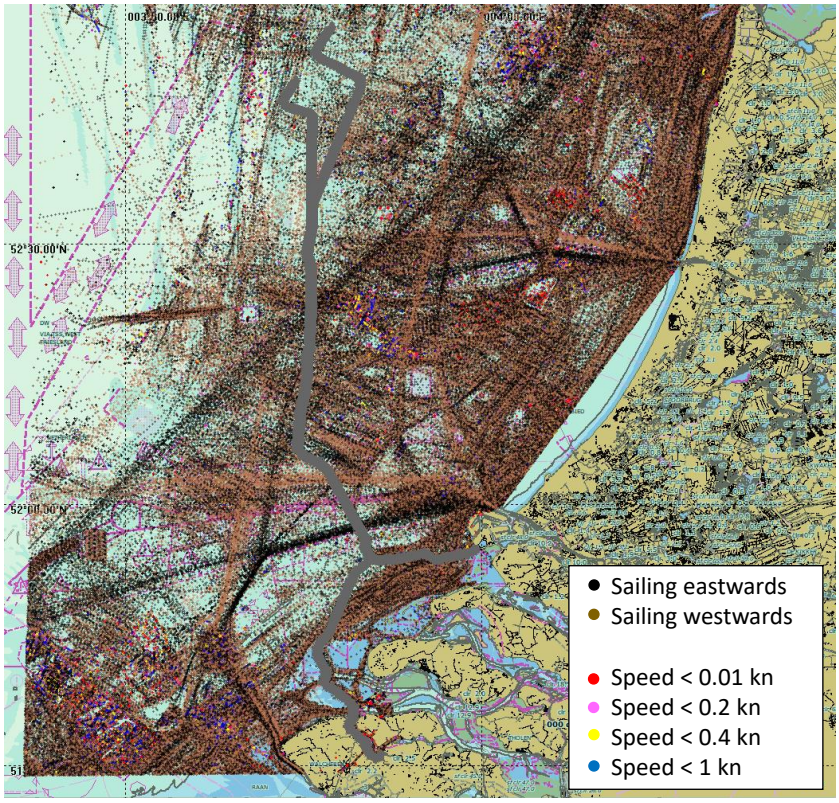


Figure 4-4 Tracks of ships with AIS, position every 5 minute, April 2019 (only non-route bound vessel), grey line represents the proposed trajectories.

4.2 Anchor areas

Table 4-1 Number of ships at anchor in the three anchor areas.

Ankergebied	Oppervlakte [km2]	Totaal aantal	Gem. Verblijftijd (uren)	Geschat gem. aantal aanwezige ankerliggers
4 West	32.916	6184	7.5	5.3
4 East	81.625	5084	7.9	4.6
5	85.609	6754	9.7	7.5

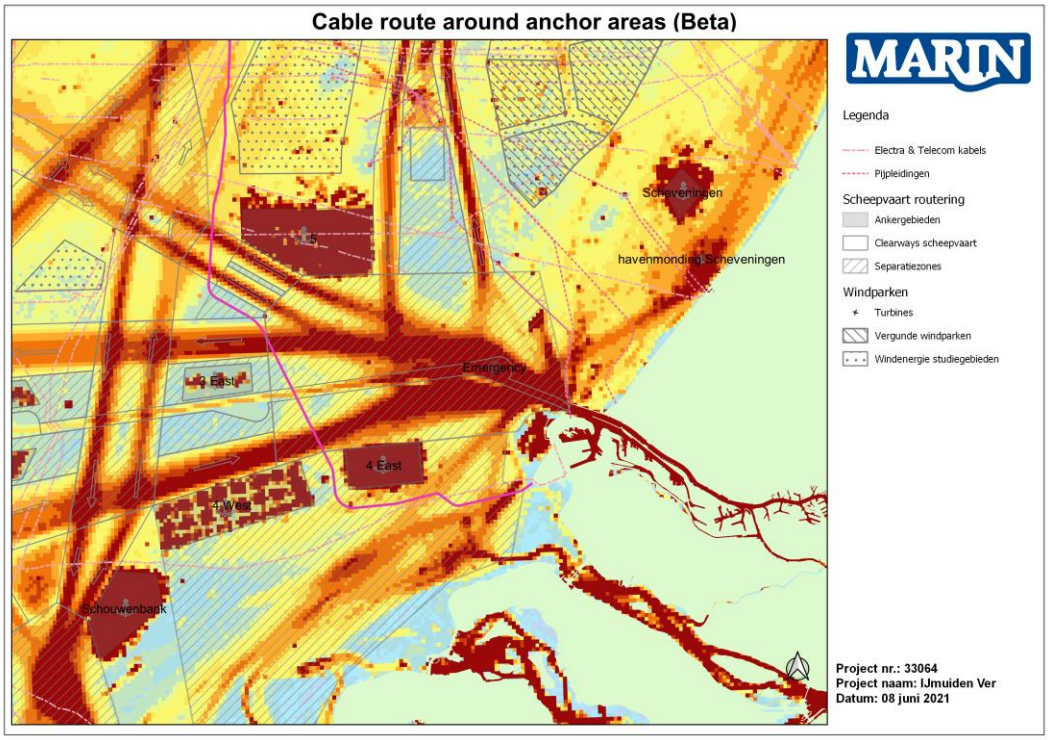


Figure 4-5 Density chart and route around anchor areas

4.3 Results number of crossings

All cable routes are divided into segments of approximately 100 m length. For each segment the average number of ships crossing the segment per year have been determined based on 3 years of AIS-data, 1 January 2018 - 31 December 2020. Based on the coordinates of the crossing points and the ship types, the number of crossings have been determined for each segment of 100 m for each ship type class. This is the basis to determine the probability of a number of threats.

In Table 4-2 the total average number of crossings per year per ship type and ship size is presented for the whole cable route. The number of crossings per segment are not presented in this report.

*Table 4-2 Average number of crossings per year for **Ijmuiden Ver Beta** per ship type and sip size (based on 3 year AIS data 1 Jan 2018- 31 Dec 2020).*

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	200	1750	14147	3988	3424	2992	938	620	28058
Container	0	0	1298	3872	2901	2323	2020	2304	14719
Tanker (chem/oil)	8	204	6619	3601	6899	1633	1875	168	21007
Gastanker	0	0	1383	785	247	15	22	134	2586
Pass/Ferry/Roro	35	2	27	557	6050	5312	2575	179	14737
Workvessel/other	3528	366	1052	464	493	243	163	605	6913
Fishing	11142	95	96	76	6	6	70	407	11897
Pleasure	7252	0	0	0	0	0	0	0	7252
TOTAL	**22165**	**2416**	**24623**	**13343**	**20020**	**12523**	**7665**	**4416**	**107171**

In the end the position of the cable crossing is important in the RBBD, so Figure 4-6 show the total average number of vessels crossing per year per segment.



Figure 4-6 Number of crossings per year per segment, all ship types

4.4 Fishing vessels

The number of the fishing vessel crossings are presented in Table 4-3. The number of fishing vessels with a crossing speed below 5 knots and below 4 knots are separately presented in the table to get an idea of the number of fishing vessels who are likely to be engaged in fishing activities. However, this cannot be concluded from the AIS-data directly. Table 4-3 shows that on average 23% of the fishing vessels crossing the cable have a speed of less than 4 knots and are therefore assumed to be bottom trawling.

The total number of fishing vessels crossing the cables is relatively low. The average number of fishing vessels crossing per segment is shown in Figure 4-8.

Table 4-3 Average number of crossings by fishing vessels per year (based on 3 year AIS data 1 Jan 2018 – 31 December 2020).

Description		Total
Average number of fishing vessels crossing the cable per year (based on AIS-data 2018/2019/2020)	All speed	10529
	Crossing speed < 5kn	4947
	Crossing speed < 4kn	2394
% of crossing < 4 kn		23%

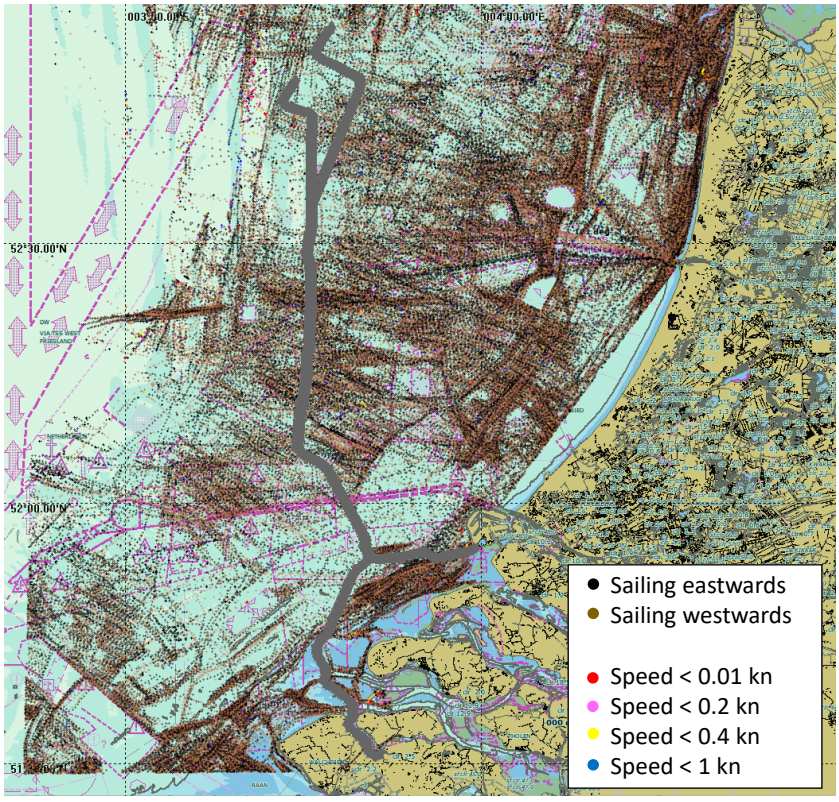


Figure 4-7 Tracks of ships with AIS, position every 5 minute, April 2019 (only fishing vessels), grey line represents the proposed trajectories.



Figure 4-8 Number of crossings per year per segment, only fishing vessels.

5 INCIDENT FREQUENCIES

This chapter reports the calculated probabilities of cable incidents caused by shipping. All results presented in this report are given in frequencies per year per cable.

5.1 Foundering/sinking on the cable

The sinking frequencies are determined separately for foundering and sinking after being involved in a collision. The results per segment are given in the Excel files. An overview of the total frequencies for sinking per ship type and ship size is given in Table 5-1.

Table 5-1 Expected frequency of sinking on the cable per year, per type and size class;

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	1.26E-06	1.15E-05	9.92E-05	2.14E-05	7.21E-06	1.50E-06	5.86E-07	3.86E-07	1.43E-04
Container	0.00E+00	0.00E+00	3.76E-06	7.26E-06	3.65E-06	8.32E-07	6.80E-07	9.22E-07	1.71E-05
Tanker (chem/oil)	5.45E-09	1.62E-07	7.46E-06	2.28E-06	2.07E-06	1.43E-07	1.93E-07	2.04E-08	1.23E-05
Gastanker	0.00E+00	0.00E+00	8.91E-07	2.49E-07	2.67E-08	4.82E-10	7.30E-10	4.63E-09	1.17E-06
Pass/Ferry/Roro	7.22E-08	6.87E-09	8.31E-08	1.21E-06	6.78E-06	1.59E-06	7.87E-07	7.06E-08	1.06E-05
Workvessel/other	2.12E-05	3.33E-06	5.98E-06	1.63E-06	1.16E-06	1.35E-07	1.04E-07	7.08E-07	3.43E-05
Fishing	8.11E-05	2.04E-07	3.57E-07	2.09E-07	6.86E-09	2.77E-09	3.84E-08	4.95E-07	8.24E-05
Pleasure	1.15E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-05
TOTAL	**1.15E-04**	**1.52E-05**	**1.18E-04**	**3.43E-05**	**2.09E-05**	**4.20E-06**	**2.39E-06**	**2.61E-06**	**3.12E-04**
Once every … year	8686	65858	8490	29176	47855	238357	418561	383622	3200

5.2 Container falls on the cable

Based on the crossings by container vessels and the probability that a container will fall off the vessel, the expected frequencies for container dropping on the cable are determined. A mathematical model to calculate the risk of containers falling from ships is explained in more detail in chapter 3.7. The results are presented in Table 5-2. Also ship in the category Bulk/GDC can carry containers, therefore one can also find a result for these type of vessels

Table 5-2 Expected frequency of container falling on the cable per year, per ship type and size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	5.18E-07	2.12E-05	2.48E-04	7.02E-05	3.04E-05	2.81E-05	1.19E-05	1.14E-05	4.21E-04
Container	0.00E+00	0.00E+00	5.27E-04	1.66E-03	1.74E-03	1.61E-03	1.22E-03	1.31E-03	8.07E-03
Tanker (chem/oil)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Gastanker	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pass/Ferry/Roro	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Workvessel/other	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Fishing	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pleasure	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL	**5.18E-07**	**2.12E-05**	**7.75E-04**	**1.73E-03**	**1.77E-03**	**1.64E-03**	**1.24E-03**	**1.32E-03**	**8.49E-03**
Once every … year	1929814	47229	1291	579	566	609	809	756	118

5.3 Anchor

When a ship drops an anchor because of a drifting event (engine/rudder failure), there is a possibility that she drops her anchor on the cable or that the anchor will hook behind the cable. The mathematical model to calculate the potential threat of anchor hooking on a pipeline or cable is explained further in 3.5. The expected frequencies for both incident types are presented in Table 5-3 (dropping) and Table 5-4 (hooking).

Table 5-3 Expected frequency of anchor dropping on the cable per year, per ship type and size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	3.70E-08	3.62E-07	2.91E-06	8.07E-07	5.54E-07	6.56E-07	2.35E-07	1.84E-07	5.75E-06
Container	0.00E+00	0.00E+00	1.47E-07	4.31E-07	3.04E-07	2.78E-07	2.42E-07	2.88E-07	1.69E-06
Tanker (chem/oil)	1.89E-09	5.13E-08	1.57E-06	9.58E-07	1.81E-06	5.99E-07	7.29E-07	6.87E-08	5.79E-06
Gastanker	0.00E+00	0.00E+00	2.49E-07	1.59E-07	5.19E-08	3.90E-09	6.03E-09	3.62E-08	5.06E-07
Pass/Ferry/Roro	3.96E-09	3.04E-10	2.96E-09	7.12E-08	7.02E-07	6.92E-07	3.45E-07	2.45E-08	1.84E-06
Workvessel/other	9.26E-07	7.26E-08	1.93E-07	8.94E-08	1.05E-07	7.59E-08	5.55E-08	4.13E-07	1.93E-06
Fishing	4.58E-06	3.54E-08	4.99E-08	3.77E-08	2.21E-09	3.25E-09	4.48E-08	3.07E-07	5.06E-06
Pleasure	6.49E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.49E-07
TOTAL	**6.19E-06**	**5.22E-07**	**5.12E-06**	**2.55E-06**	**3.53E-06**	**2.31E-06**	**1.66E-06**	**1.32E-06**	**2.32E-05**
Once every … year	161421	1916683	195205	391552	283306	433408	603045	756635	43084

Table 5-4 Expected frequency of anchor hooking on the cable per year, per ship type and size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	1.35E-05	1.45E-04	1.42E-03	4.68E-04	4.32E-04	4.84E-04	2.01E-04	1.76E-04	3.33E-03
Container	0.00E+00	0.00E+00	7.92E-05	2.67E-04	2.36E-04	2.09E-04	1.99E-04	2.46E-04	1.24E-03
Tanker (chem/oil)	8.07E-07	2.22E-05	8.81E-04	5.95E-04	1.53E-03	4.69E-04	6.67E-04	7.78E-05	4.24E-03
Gastanker	0.00E+00	0.00E+00	1.25E-04	9.55E-05	4.13E-05	2.94E-06	4.38E-06	2.77E-05	2.97E-04
Pass/Ferry/Roro	1.04E-06	1.07E-07	1.26E-06	3.43E-05	4.33E-04	4.15E-04	2.12E-04	1.70E-05	1.11E-03
Workvessel/other	3.30E-04	3.23E-05	1.03E-04	5.56E-05	8.25E-05	5.81E-05	4.60E-05	4.01E-04	1.11E-03
Fishing	1.15E-03	9.59E-06	1.48E-05	1.39E-05	1.01E-06	1.36E-06	2.13E-05	1.71E-04	1.38E-03
Pleasure	2.54E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.54E-04
TOTAL	**1.75E-03**	**2.09E-04**	**2.62E-03**	**1.53E-03**	**2.76E-03**	**1.64E-03**	**1.35E-03**	**1.12E-03**	**1.30E-02**
Once every … year	573	4776	382	654	363	610	741	896	77

5.4 Stranding

When a ship has an engine/rudder failure, there is a possibility that she strands on the cable. The mathematical model to calculate the potential stranding is explained further in 3.6. The expected frequencies are presented in Table 5-5

Table 5-5 Expected frequency of stranding on the cable per year, per ship size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
TOTAL	5.09E-06	6.23E-06	7.00E-05	6.02E-05	1.01E-03	8.99E-05	1.48E-04	1.10E-04	1.50E-03
Once every … year	196464	160514	14286	16611	990	11123	6757	9091	667

5.5 Overall incident frequencies

The overall total expected incident frequencies per year for the cable routes is given in Table 5-6. In total more than 107000 vessels per year will cross the cable and the total expected incident frequency is once every 43 year. Note that the consequences for the cable due to different threats are not taken into account in this part of the study. Thus, the frequencies presented in the table are not the frequencies of actual damage to the cable.

The total incident frequencies per segment are shown in Figure 5-1.

Table 5-6 Total expected incident frequencies per year.

	IJmuiden Ver Beta		
Incident Type	**Frequency per year**	**Once every ... year**	**%**
Length [km]	146.2		
Number crossings [nr]	107171		
Sinking [1/yr]	3.12E-04	3200	1%
Anchor hook [1/yr]	1.30E-02	77	56%
Anchor drop [1/yr]	2.32E-05	43084	0%
Stranding [1/yr]	1.50E-03	667	6%
Container drop [1/yr]	8.49E-03	118	36%
Total	2.33E-02	43	100%

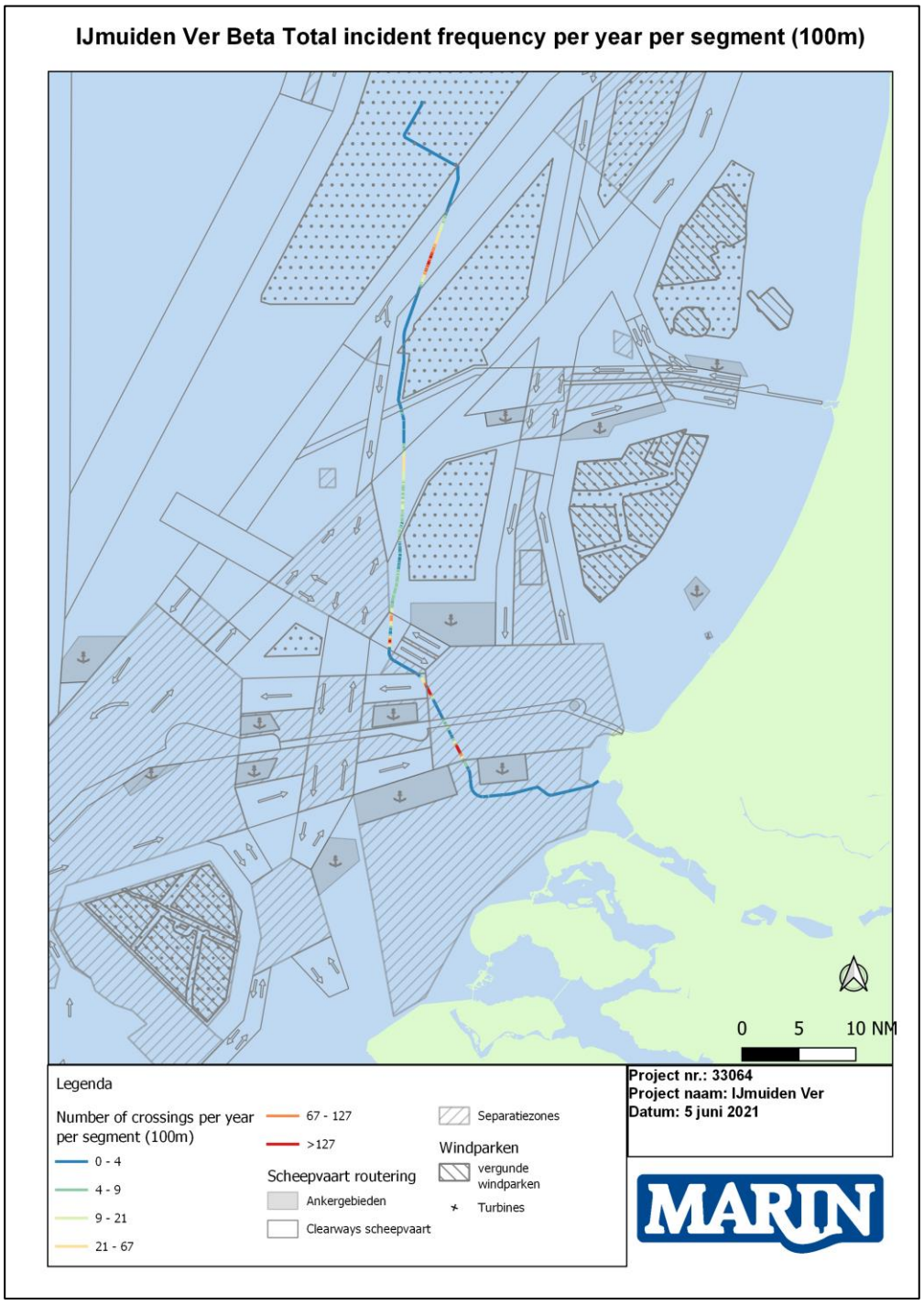


Figure 5-1 Total incident frequency per year per segment.

REFERENCES

[Ref 1.] C. van der Tak, C.C. Glansdorp

Ongevalskansmodellering
MSCN, OV073 November 1995.

[Ref 2.] C. van der Tak

Update of casualty rates in SAMSON
MARIN, 18591.620/2, November 2003

[Ref 3.] C. van der Tak, W.H. van Iperen

Update marine hazard study for the BBL pipeline
MARIN, 24052.620/5, 10 December 2010

[Ref 4.] M.I. Hermans

Netwerkevaluatie Noordzee, Verkeersstromen op de Noordzee op basis van AIS-data tussen juni 2015 en mei 2016
MARIN, 29645-1-MSCN-rev.2, 1 December 2017

[Ref 5.] Y. Koldenhof en anderen

Netwerkevaluatie Noordzee 2018/2019

MARIN, 32091-1-MO-rev.1, 29 oktober 2020

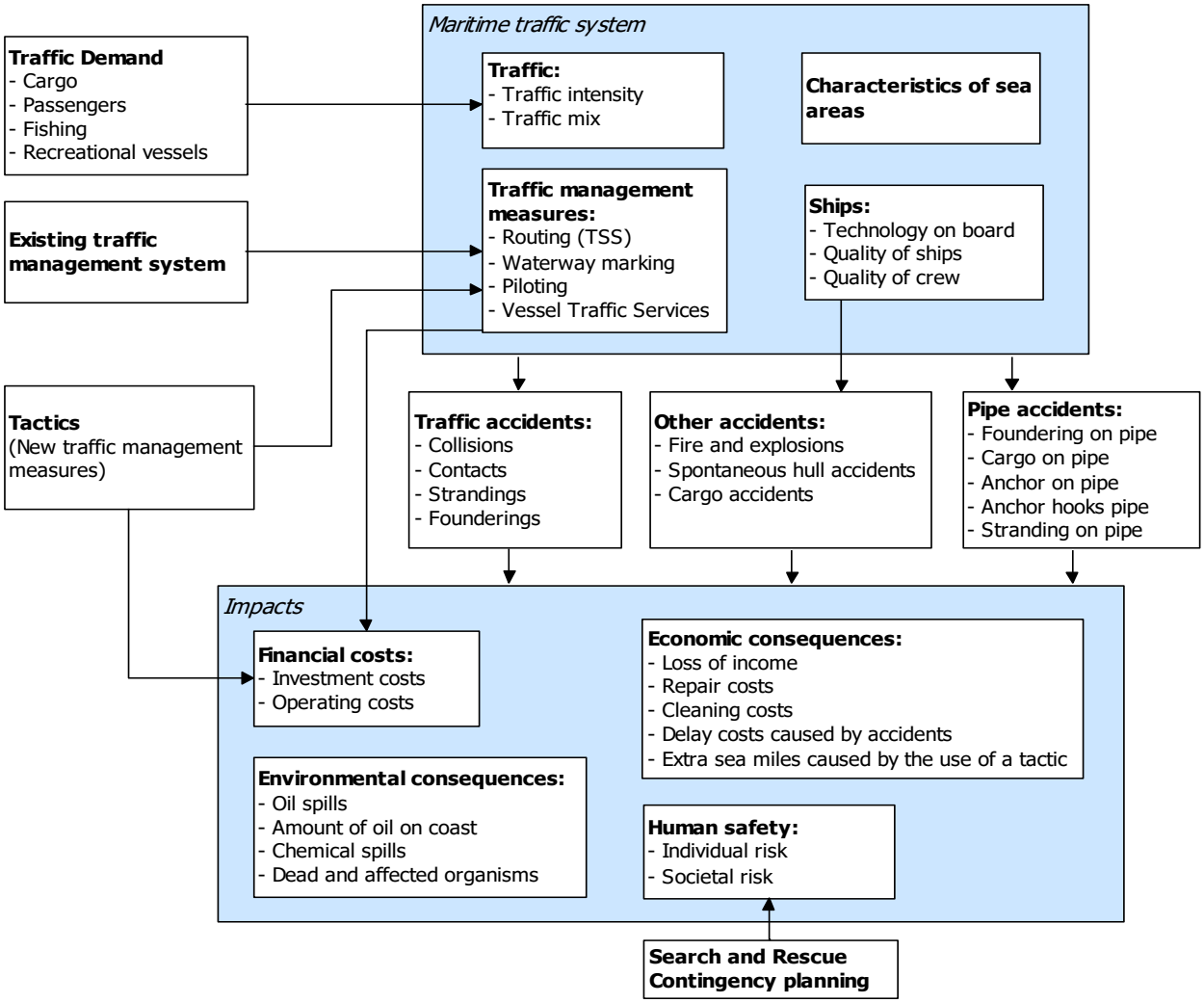
[Ref 6.] Y. Koldenhof en anderen

Nautical Risk Assessment of the offshore cable “IJmuiden ver (Alpha en Beta)

MARIN, 33064-1-MO-rev.2, 16 december 2020

APPENDICES

APPENDIX 1 SAMSON SYSTEM DIAGRAM



APPENDIX 2 SAMSON: STRANDING MODEL

General idea:

- Danger miles/danger part
- Engine failure probability per sailed mile
- Reduction: repair function
- Reduction: anchor function
- Variation over:
  - Wind direction
  - Wind speed
  - Current speed
  - Ship type/size /loading condition

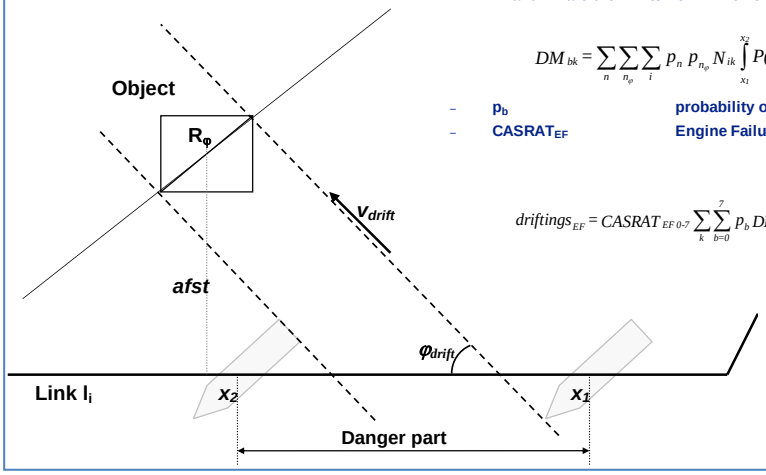
$$driftings_{EF} = CASRAT \sum_{k} \sum_{b=0}^{11} p_b \, DM_{bk}$$

- DM_{bk} *danger miles* for link k Beaufort class b
- P_φ probability of wind (drift) direction φ
- p_n probability of loading condition n
- d_{xk} distance from x on link k to object
- v_{dbin} drifting velocity of ship class i in loading condition n bij Beaufort b.
- N_{ik} nr passages of ships class i on link k
- $P(t>d_{xk}(x)/v_{dbin})$ probability of an engine failure long enough to reach the object
- x1 and x2 are the limits from which the object is threaten

$$DM_{bk} = \sum_{n} \sum_{n_\varphi} \sum_{i} p_n \, p_{n_\varphi} N_{ik} \int_{x_1}^{x_2} P(t > d_{xk}(x)/v_{dbin}) \, dx$$

- p_b probability of Beaufort class b
- $CASRAT_{EF}$ Engine Failure rate

$$driftings_{EF} = CASRAT_{EF\,0\text{-}7} \sum_{k} \sum_{b=0}^{7} p_b \, DM_{bk} + CASRAT_{EF\,8up} \sum_{k} \sum_{b=8}^{11} p_b \, DM_{bk}$$



APPENDIX 3 MODEL SINKING ON TWO CABLES

General idea:

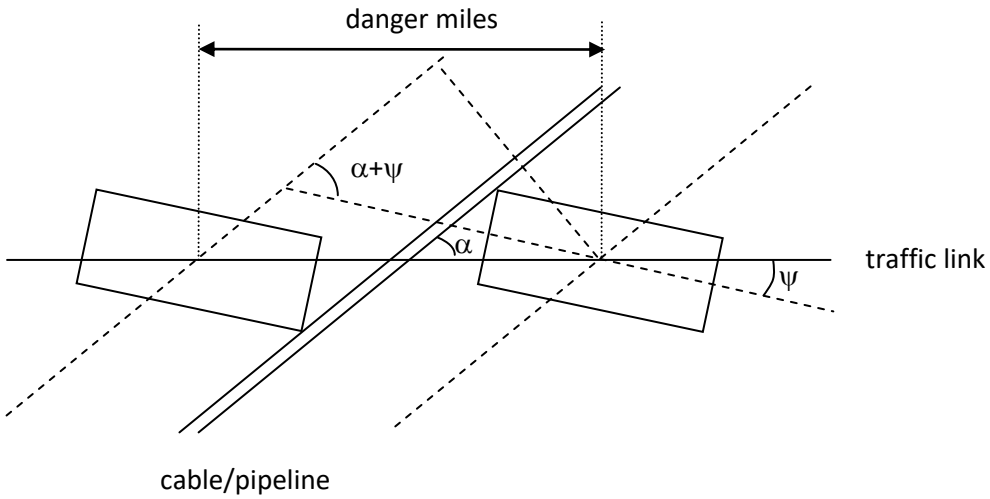


Figure 1 Danger miles on the traffic link for an object, depending on object size and angles

$$D_{miles} = \left(L_{object} + \frac{B_{object}}{\tan(\alpha+\psi)} + \frac{D_{pipe}}{\sin(\alpha+\psi)} \right) \frac{\sin(\alpha+\psi)}{\sin\alpha} \frac{1}{1852}$$

In which:

- D_{miles} Danger miles in nm
- L_{object} Length of the object in m
- B_{object} Breadth of the object in m
- $D_{pipeline}$ diameter of the pipeline in m
- α angle between the traffic link and the pipeline
- Ψ angle with the traffic link of the falling object

In the analysis the angle Ψ is assumed to be 0, so the DM_sink is calculated (for each crossing of the segment as:

DM_Sink = (LShip+BShip/tan(α)+PDiam/sin(α))/1852

In which:

- LShip Length of the ship [m]
- BShip Breath of the ship [m]
- α angle between the traffic link and the pipeline
- PDiam diameter of the pipeline [m]

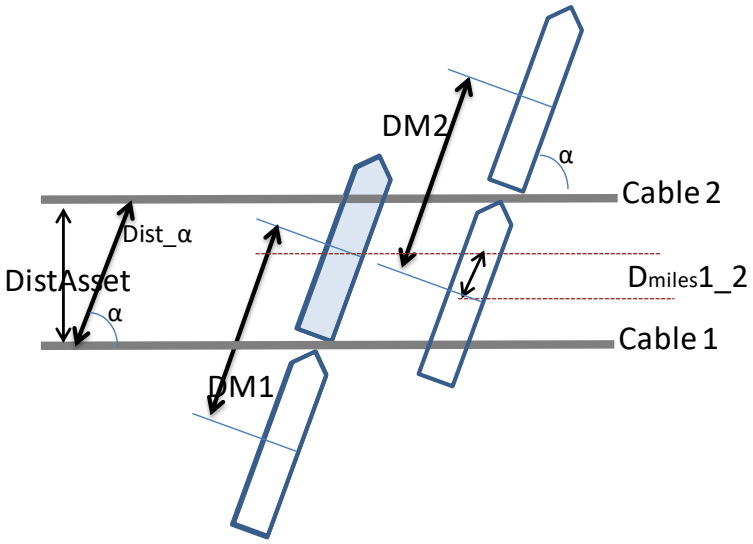
The probability of sinking on one cable is:

Psink1 = DM_sink * Psinknm(t,s)

Where:

- Psink1 Sinking frequency on one cable
- DM_sink Danger mile
- Psinknm(t,s) Basic probability: probability of sinking per sailed nautical mile for ship type ***t*** and sizeclass ***s***

The probability of sinking on two cable



Distance between two cables included the crossing angle:

$$Dist\_\alpha = DistAsset/\sin(\alpha)$$

- DistAsset Distance between the two cables
- α angle between the traffic link and the pipeline

Danger mile for two cables (Dmiles1_2 in the figure):

$$DM1\_2 = 0.5*Lship - (Dist\_\alpha - 0.5*Lship) = Lship - Dist\_\alpha$$

- Lship Length of the ship [m]
- Dist_α Distance between two cable including the crossing angle

Assumption:
The length/size of the part of the seabed that is effected by the ship when she sinks is more than the length of the vessel alone. Different assumption are tested and for the analysis as delivered now I have use the assumption that the part of the seabed that is effected is 25% more than the length of the ship.

Final formulas used in the analysis for frequency of sinking on two cables:

If Dist_α = 0

$$Psink2 = Psink1 = DM\_sink * Psinknm(t,s)$$

Else

If 1.25*Lship < Dist_α

$$Psink2 = (DM\_sink * Psinknm(t,s))* (DM\_sink * Psinknm(t,s))$$

If 1.25*Lship >= Dist_α

$$Psink2 = ((1.25*Lship)-(Dist\_\alpha))/1852*Psinknm(t,s))$$

M A R I N
P.O. Box 28

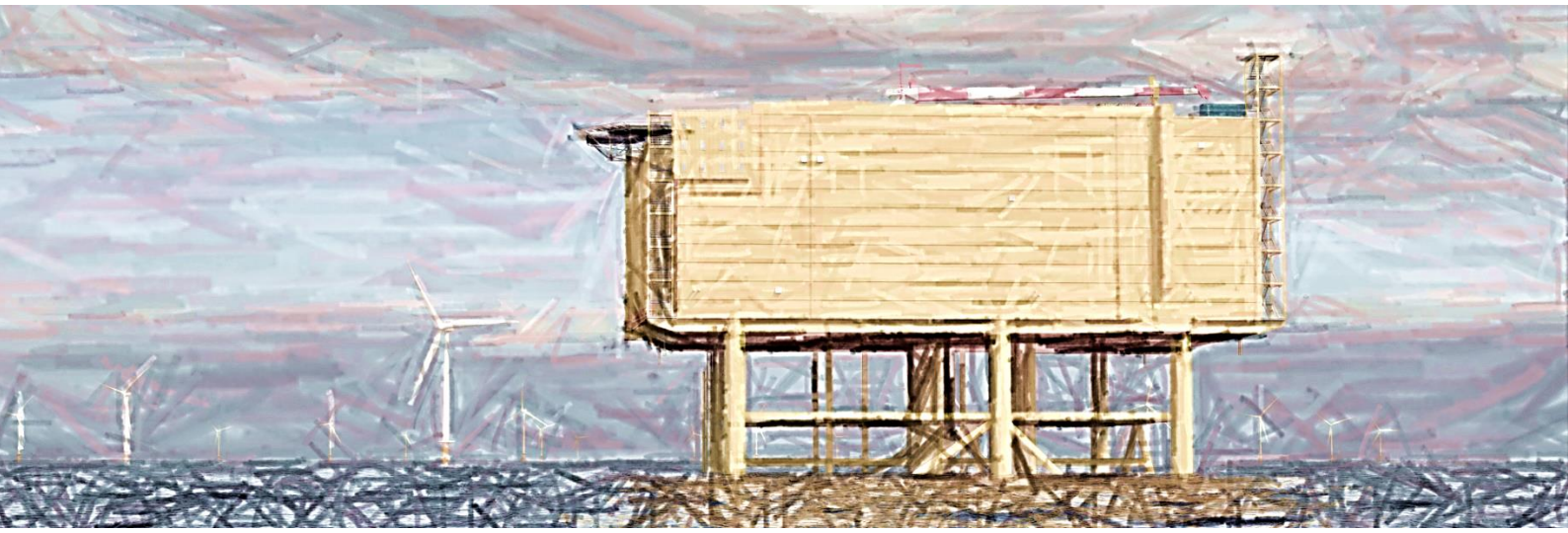
6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XI-E Kompasafwijking (2x2)-kabelconfiguratie



In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Memo

ONDERWERP
Risico op kompasdeviatie in de 2*2-configuratie

ONZE REFERENTIE
D10038364:9

DATUM
27 september 2021

VAN
Martin van Essen

AAN
Tineke Hempenius

KOPIE AAN
Tom Bogaert

Inleiding

In de rapportage “Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie” (versie 20 juli 2021, Martin van Essen, Arcadis) zijn magneetvelden berekend voor de 2*2-configuratie.
Hierbij zijn twee hoofdsituaties onderscheiden: Eén met 10% asymmetrie, waarbij de MR (Metallic Return[1]) 10% van de retourstroom voor zijn rekening neemt, en een storings-/onderhoudssituatie, waarbij de MR de volledige retourstroom voert.
De vraag is opgeworpen of in deze gevallen kompasdeviatie kan optreden. Dit memo doet een inschatting.

Beschouwing

Enkele typische grootte-orden van de maximale waarden van het magneetveld uit deze rapportage zijn hieronder gegeven. Hierbij zijn de waarden overgenomen voor 185 mm kabeldiameter en een begraafdiepte van 1 m. De horizontale component veroorzaakt de afwijking van het lezen van de richting van het aardmagnetisch veld.

10% asymmetrie	Absolute grootte (µT)	Horizontale component (µT)
10 m boven zeebodem	1,99	1,4
40 m boven zeebodem	0,152	0,1

Storing / onderhoud	Absolute grootte (µT)	Horizontale component (µT)
10 m boven zeebodem	15,2	10
40 m boven zeebodem	1,15	0,75

Het aardmagnetisch veld heeft een waarde van ongeveer 48 µT met een horizontale component van ongeveer 20 µT, welke ongeveer naar het geografische noorden wijst (de afwijking bedraagt enkele graden). Uit de getallen hierboven blijkt dat het magnetisch veld veroorzaakt door de kabel enkele procenten van het aardmagnetisch veld kan bedragen in geval van 10% asymmetrie en zelfs de helft in geval van onderhoud / storing, uiteraard afhankelijk van de diepte van de kabels en ervan uitgaande dat de kabels hun maximale stroom voeren.
Het magnetisch veld dat de kabel veroorzaakt staat dwars op de kabel. De grootste deviaties worden bereikt wanneer het veld van de kabel een oost-west-oriëntatie heeft, dat wil zeggen, wanneer de kabel zelf noord-zuid loopt, hetgeen bij benadering geldt voor een groot deel van het Noordzeetracé. In dat geval kan de deviatie enkele graden tot enkele tientallen graden bedragen[2].
Dit geldt overigens alleen in het maximum van de horizontale component van het magneetveld. Typisch valt de deviatie snel af buiten enkele tientallen meters van dit maximum.

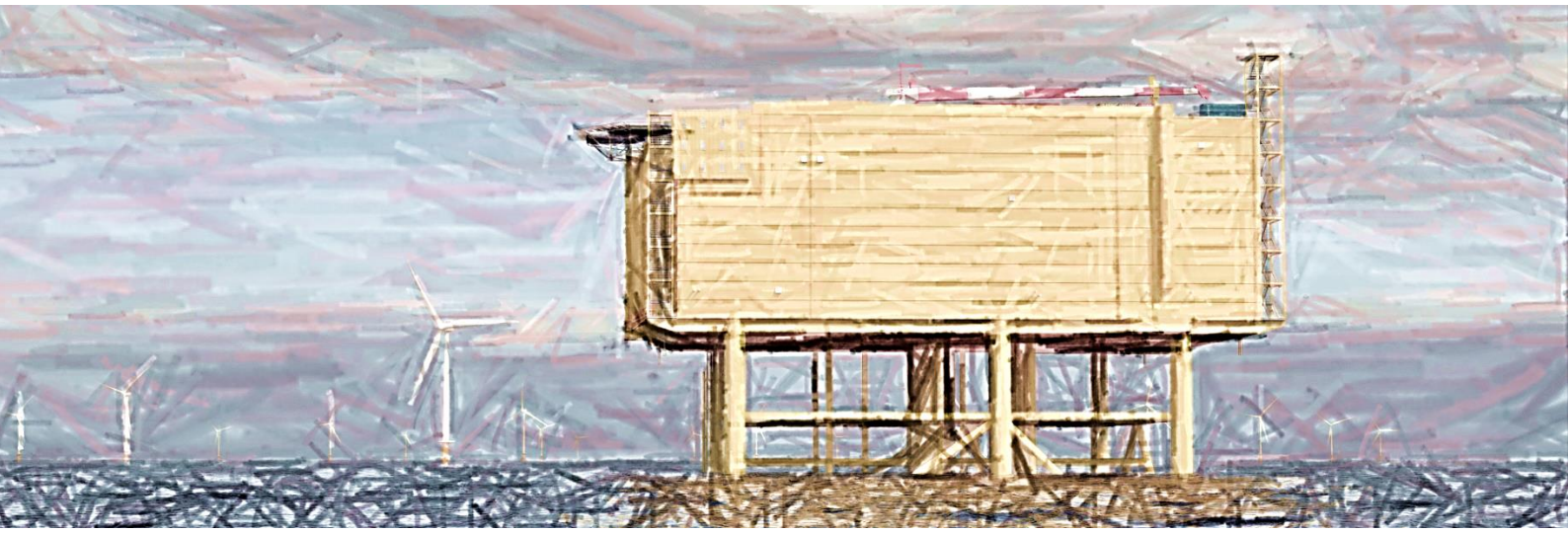
[1] In andere contexten bekend als Dedicated Metallic Return (DMR)

[2] Een rekenvoorbeeld: Uitgaande van een kabelmagneetveld met een horizontale component van 10 µT (zoals in de hoofdtekst aangegeven bij Storing / onderhoud) in oost-westrichting en een noordwaarts gericht horizontaal aardmagnetisch veld van 20 µT, zal het lokale resultante magneetveld 26,6° van het aardmagnetisch veld afwijken. Behalve van de bedrijfsvoering is deze waarde uiteraard afhankelijk van de diepte waarop de kabel begraven ligt, de gekozen configuratie, de kabeldiameter en de kabeloriëntatie. Bij nog ondieper water dan in dit rekenvoorbeeld zijn nog grotere afwijkingen mogelijk.

Het zij opgemerkt dat in het algemeen getracht wordt de kabels ver buiten de belangrijke vaarroutes te houden. Langdurig “meevaren” precies boven een kabel zou weliswaar kunnen optreden voor vaartuigen die de windparken op zee als bestemming hebben, maar voor verreweg het meeste scheepvaartverkeer zal dit niet aan de orde zijn. Er zal typisch onder een vrij steile hoek worden gekruist, waarbij slechts kortstondig sprake is van een deviatie. Er valt op te merken dat wanneer heen- en terugkerende stroom in een horizontaal vlak liggen, zoals gehanteerd in geciteerd rapport, de deviatie plotseling omkeert wanneer de kabel haaks wordt gekruist.

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XII-A Historisch vooronderzoek conventionele explosieven IJmuiden ver Beta

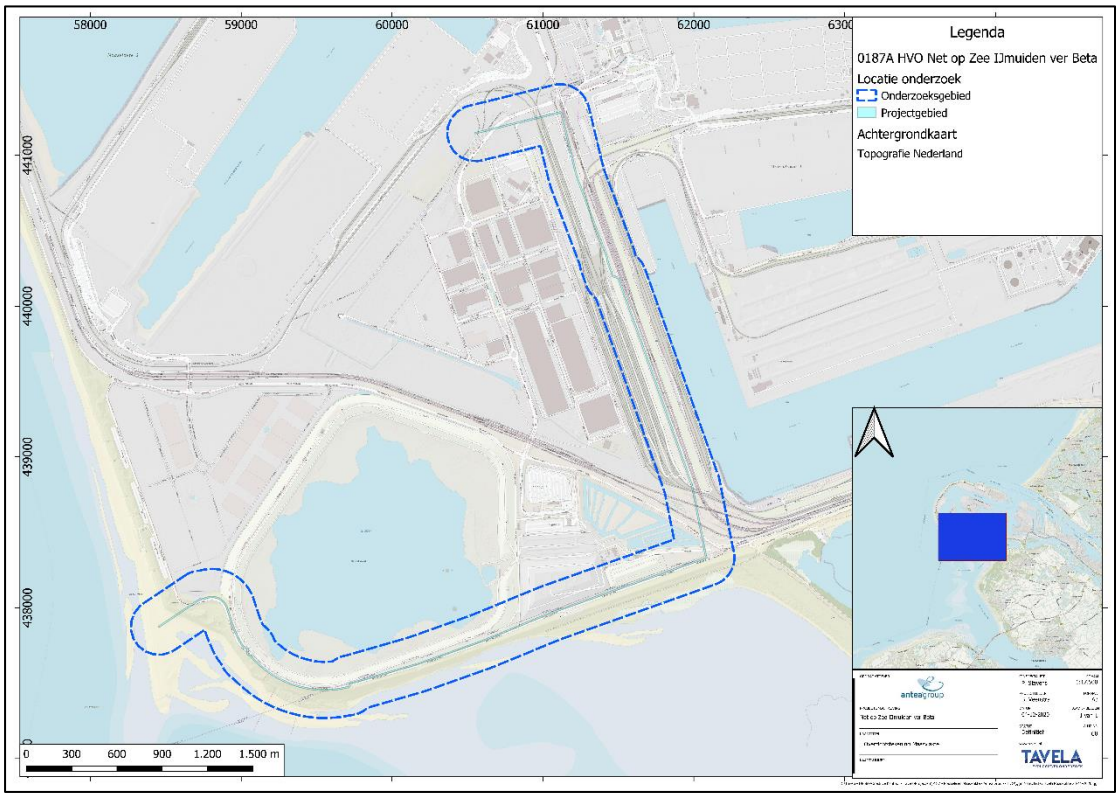


In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Historisch vooronderzoek CE



Project: Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

OPDRACHTGEVER: Antea Group
LOCATIE: Maasvlakte (Beta)
KENMERK: HVO 0187A
VERSIE: 02
DATUM: 15-12-2020

TAVELA
Baileystraat 2A, 8013 RV Zwolle
Tel: 038- 785 49 18
KVK: 73373648
info@tavela.nl
www.tavela.nl

Handtekeningenblad

Projectnummer Tavela: HVO 0187A
Projectnummer Antea Group: 0464270.100

Datum: 15-12-2020

Betreft:

Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven ter plaatse van het project Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, locatie Beta (Maasvlakte).

Distributielijst:

- Antea Group

Opdrachtgever:

Antea Group
T.a.v. De heer ing. R. Raap
Tolhuisweg 57
Postbus 24 | 8440 AA Heerenveen
Telefoon: 0513 – 63 45 67
Mobiel: 06 – 51 81 97 64
E-mail: Reinier.Raap@anteagroup.nl
Website: www.anteagroup.nl

Voor akkoord:

Historisch Vooronderzoeker
Drs. Carlo Tinschert

Senior OCE- deskundige
Dhr. Peter Bahnerth

Projectleider
Ing. Bert Veenstra

Algemeen Directeur
Bert Lambers

Copyright Tavela B.V. 2020 ©. Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, internet of welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houders van het auteursrecht. De opdrachtgever mag voor intern gebruik duplicaten maken.

Inhoudsopgave

1 INLEIDING ..... - 4 -

1.1 AANLEIDING ..... - 4 -
1.2 DOEL VOORONDERZOEK ..... - 4 -
1.3 WAARDERING EN GROET NAMENS TAVELA ..... - 4 -
1.4 HET ONDERZOEKSGEBIED ..... - 4 -
1.5 ONDERZOEKSMETHODE ..... - 5 -
1.6 VERANTWOORDING ..... - 7 -
1.7 LEESWIJZER ..... - 7 -

2 INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL ..... - 8 -

2.1 VERPLICHTE BRONNEN ..... - 8 -
2.2 LITERATUUR EN WEBSITES ..... - 10 -
2.3 ARCHIEVEN ..... - 10 -
2.4 EXPLOSIEVEN OPRUIMINGSDIENST DEFENSIE (EODD) ..... - 10 -
2.5 LUCHTFOTOCOLLECTIES ..... - 11 -
2.6 AANVULLENDE NATIONALE BRONNEN ..... - 12 -
2.7 AANVULLENDE INTERNATIONALE BRONNEN ..... - 12 -
2.8 GETUIGENVERKLARINGEN ..... - 13 -
2.9 NAOORLOGSE BODEMROERING ..... - 13 -

3 CHRONOLOGISCHE SAMENVATTING INDICATIES ..... - 14 -

4 ANALYSE ..... - 15 -

4.1 ANALYSE NAOORLOGSE EODD-RUIMINGEN EN ACHTERGELATEN MUNITIE MMOD ..... - 16 -
4.2 ANALYSE LUCHTAANVALLEN EN CRASHES ..... - 16 -
4.3 LUCHTFOTO-ANALYSE ..... - 16 -
4.4 ANALYSE CONTRA-INDICATIES ..... - 17 -
4.5 HORIZONTALE AFBAKENING ..... - 17 -
4.6 VERTICALE AFBAKENING ..... - 17 -
4.7 LEEMTEN IN KENNIS ..... - 17 -

5 CONCLUSIE EN ADVIES ..... - 19 -

6 BIJLAGEN ..... - 20 -

BIJLAGE 1: GERAADPLEEGDE LITERATUUR ..... - 21 -
BIJLAGE 2: GERAADPLEEGDE WEBSITES ..... - 22 -
BIJLAGE 3: GEMEENTELIJKE ARCHIEVEN ..... - 23 -
BIJLAGE 4: PROVINCIALE ARCHIEVEN ..... - 25 -
BIJLAGE 5: DE RUIMRAPPORTEN VAN DE EOD ..... - 26 -
BIJLAGE 6: LUCHTFOTO'S WAGENINGEN EN ZWOLLE ..... - 27 -
BIJLAGE 7: GERAADPLEEGDE STUKKEN NIMH ..... - 28 -
BIJLAGE 8: NEDERLANDS INSTITUUT VOOR OORLOGSDOCUMENTATIE ..... - 29 -
BIJLAGE 9: NATIONAAL ARCHIEF ..... - 30 -
BIJLAGE 10: BUITENLANDSE ARCHIEVEN ..... - 32 -
BIJLAGE 11: NAOORLOGSE BODEMROERING ..... - 33 -
BIJLAGE 12: OVERZICHT GEBEURTENISSEN ..... - 35 -
BIJLAGE 13: FEITEN INVENTARISATIEKAART ..... - 36 -
BIJLAGE 14: CE- BODEMBELASTINGKAART ..... - 37 -
BIJLAGE 15: PROTOCOL TOEVALSTREFFER ..... - 38 -
BIJLAGE 16: . DEFINITIE EN UITLEG (SUB-) SOORTEN CONVENTIONELE EXPLOSIEVEN ..... - 39 -
BIJLAGE 17. UITGANGSPUNTEN HORIZONTALE AFBAKENING (WSCS-OCE TABEL 3) ..... - 45 -
BIJLAGE 18. WSCS-OCE CERTIFICAAT TAVELA ..... - 47 -
BIJLAGE 19. ONTHEFFINGEN WET WAPENS EN MUNITIE TAVELA ..... - 48 -

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In opdracht van Antea Group heeft Tavela B.V. (hierna te noemen: Tavela) een Vooronderzoek CE uitgevoerd. Er is onderzoek verricht naar de aanwezigheid van Conventionele Explosieven (CE) ter plaatse van het projectgebied "Net op Zee Ver beta" in de gemeente Rotterdam. De opdrachtgever is voornemens om binnen het projectgebied grondroerende werkzaamheden uit te voeren.

1.2 Doel vooronderzoek

Het doel van dit vooronderzoek is beoordelen of er binnen het projectgebied indicaties van CE aanwezig zijn. Bij indicaties van mogelijke CE in het projectgebied wordt het verdachte gebied horizontaal en verticaal afgebakend. Tevens worden de soorten, hoeveelheden en verschijningsvormen van de vermoedelijke explosieven gespecificeerd. De rapportage wordt voorzien van een BodemBelastingKaart (BBK) en eindigt met een advies voor de uit te voeren werkzaamheden.

1.3 Waardering en groet namens Tavela

Namens Tavela hecht ik er waarde aan u te danken voor het in ons bedrijf gestelde vertrouwen. Met veel plezier hebben we uw opdracht uitgevoerd.

Ik hoop dat u tevreden bent met de inhoud van het rapport en dat we u goed hebben kunnen helpen. Dan wens ik u veel succes met het verdere verloop van uw project. Als Tavela staan wij u daarbij graag weer terzijde.

Uiteraard ook voor al uw verdere projecten waarbij explosievenonderzoek nodig is.



Bert Lambers (Algemeen directeur)

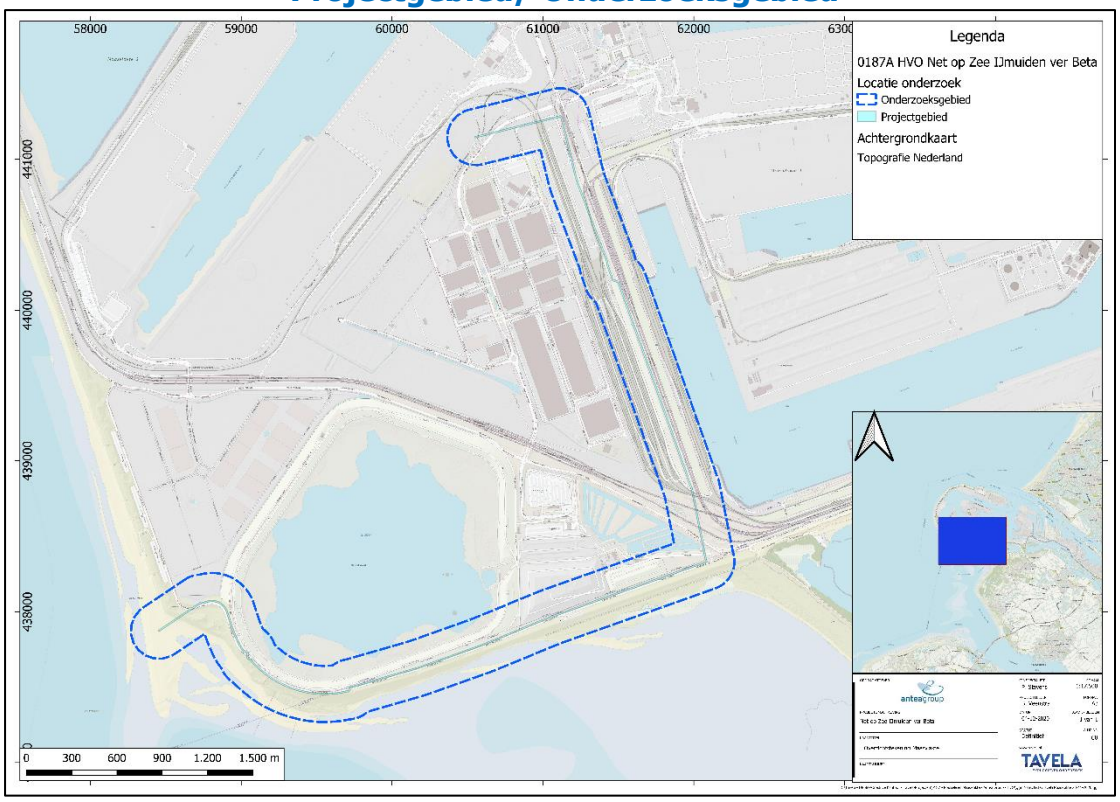
Zwolle, december 2020

1.4 Het onderzoeksgebied

Het projectgebied betreft een terrein gelegen op de Maasvlakte, globaal nabij de Maasvlakteboulevard tot aan de Dardanellenstraat, in de gemeente Rotterdam. Om een gefundeerde uitspraak te kunnen geven omtrent de aanwezigheid van CE heeft Tavela, conform de WSCS-OCE, een straal van 181 meter rondom het projectgebied gehanteerd. *Dit noemen we het onderzoeksgebied.* Door een grondig Vooronderzoek CE te leveren wil Tavela een zo compleet mogelijk beeld krijgen van de omgeving ten tijde van de Tweede Wereldoorlog.

Het onderzoeksgebied is in onderstaande afbeelding met een **donkerblauw gestreepte lijn** aangegeven. Binnen deze omtrek worden, voor het projectgebied, alle relevante gebeurtenissen meegenomen in dit onderzoek. Het projectgebied is in onderstaande afbeelding het **lichtblauwe vlak**. De classificatie verdacht of onverdacht wordt uitsluitend afgegeven voor het projectgebied.

Projectgebied/ Onderzoeksgebied



Afbeelding 1.4.1: plattegrond waarop het projectgebied in blauw is weergegeven. Het onderzoeksgebied is aangegeven met de donkerblauwe onderbroken contourlijn.

1.5 Onderzoeksmethode

Het Vooronderzoek CE zal conform het Werkveld Specifiek Certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven 2016 (WSCS-OCE) worden uitgevoerd.[1]

In de WSCS-OCE zijn richtlijnen opgenomen voor het inventariseren en beoordelen van historisch bronnenmateriaal. In het vooronderzoek wordt conform deze richtlijnen onderscheid gemaakt tussen de volgende onderdelen:

a. Inventarisatie van bronnenmateriaal;

b. Beoordelen en evalueren van bronnenmateriaal;

c. Opstellen rapportage en CE-bodembelastingkaart.

[1] *(ARBO wet BWBR0008587__BijlageXII-geldend_van_01-01-2019_tm_heden_zichtdatum_06-02-2019)*

Inventarisatie

Het bronnenonderzoek vindt plaats op basis van een inventarisatie van:

a. Gebeurtenis/informatie die een aanwijzing vormt dat het onderzoeksgebied, of een gedeelte daarvan, verdacht is op de aanwezigheid van CE (indicaties);

b. Gebeurtenis/informatie die een aanwijzing vormt dat het verdachte gebied, of een gedeelte daarvan, als onverdacht kan worden aangemerkt (contra-indicatie).

Conform de WSCS-OCE worden de verplichte bronnen geraadpleegd. Indien noodzakelijk worden ook aanvullende bronnen geraadpleegd. In onderstaande tabel staat aangegeven welke bronnen verplicht zijn, en welke aanvullend. In dit rapport wordt uitgelegd waarom een aanvullende bron wel of niet is geraadpleegd. Een geraadpleegde bron wordt aangegeven door een groen 'vinkje'. Het inventariseren van bronnenmateriaal wordt op een eenduidige wijze gedocumenteerd, zodanig dat alles makkelijk te herleiden is.

Bron	Verplicht	Aanvullend	Geraadpleegd
Literatuur	X		√
Gemeentelijk en provinciaal archief	X		√
Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD)	X		√
Luchtfotocollectie Bibliotheek Wageningen Universiteit	X		√
Luchtfotocollectie Topografische Dienst (Zwolle)	X		√
Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH)		X	
Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie (NIOD)		X	
Nationaal Archief te Den Haag		X	
Luchtfotocollectie The Aerial Reconnaissance Archives		X	
The National Archives (Londen)		X	√
Bundesarchiv-Militärarchiv Freiburg		X	
The National Archives (Washington DC)		X	
Getuigen		X	

Tabel 1.4.1: overzicht verplichte en aanvullende bronnen uit WSCS-OCE

Beoordeling

Na het inventariseren van het bronnenmateriaal worden de indicaties en contra-indicaties geanalyseerd. CE verdachte gebieden worden vastgesteld met de hiervoor genoemde analyse en afgebakend naar de situatie van 1940-1945. Zoals eerder aangegeven wordt in deze ook fase getracht de soorten, aantallen, verschijningen, en horizontale afbakening te bepalen. Het rapport zal eindigen met een conclusie en een eventueel advies.

Tavela gebruikt een geografisch informatiesysteem (CAD of GIS) bij de verwerking en beoordeling van het bronnenmateriaal. Relevante luchtfoto's en stafkaarten uit de periode 1940-1945 worden in GIS gepositioneerd ten opzichte van de huidige topografie. Alle relevante indicaties en contra- indicaties worden indien mogelijk vertaald naar een locatie in het RD- coördinatenstelsel en gepositioneerd in GIS. Het eindresultaat is een rapportage met een bijbehorende Feiten-inventarisatiekaart (ook wel Feitenkaart genoemd) en CE- bodembelastingkaart (CAD of GIS).

1.6 Verantwoording

Het Vooronderzoek CE is uitgevoerd door historisch onderzoeker de heer drs. Carlo Tinschert, de heer ing. B.A. Veenstra en senior OCE-deskundige de heer P. Bahnerth, in samenspraak met en onder verantwoording van de heer A.G. Lambers, Algemeen Directeur van Tavela.

Tavela streeft voortdurend naar innovatie. Tavela behoudt zich daarom het recht voor die producten of werkzaamheden die in dit document worden beschreven zonder voorafgaand bericht aan te passen of te verbeteren.

Hoewel bij het redigeren van dit document de grootst mogelijke zorgvuldigheid wordt betracht, bestaat de mogelijkheid dat sommige informatie na verloop van tijd verouderd of niet meer juist is. Tavela kan geen aansprakelijkheid aanvaarden voor de gevolgen van activiteiten die worden ondernomen op basis van informatie in deze uitgave.

De interpretatie van risico's rond conventionele explosieven uit de Tweede Wereldoorlog is door Tavela mede gebaseerd op beschikbare informatie van derden. Op basis van deze informatie kan een eventuele aanwezigheid van conventionele explosieven in de (water)bodem van de betreffende locatie; afwijkend van deze informatie, echter niet worden uitgesloten. Tavela wijst daarom elke verantwoordelijkheid nadrukkelijk af ten aanzien van eventuele toekomstige vondsten van conventionele explosieven in de (water)bodem van de betreffende locatie; die strijdig zijn met de in dit document voorgestelde interpretaties.

1.7 Leeswijzer

In hoofdstuk **twee** worden de geraadpleegde bronnen beschreven. In het **derde** hoofdstuk worden de relevante oorlogshandelingen op chronologische volgorde in een lijst weergegeven. In hoofdstuk **vier** worden deze oorlogshandelingen geanalyseerd en bepaald of er zich mogelijk CE in het projectgebied bevinden. Het rapport eindigt in hoofdstuk **vijf** met een conclusie, en eventuele aanbevelingen. In de toegevoegde bijlagen staan diverse relevante stukken, luchtfoto's en kaarten.

2 INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL

Verantwoording bronnenmateriaal

Om een zo compleet mogelijk vooronderzoek uit te voeren zijn er diverse bronnen geraadpleegd. Als in een bron een indicatie staat waaruit blijkt dat het onderzoeksgebied getroffen is door een oorlogshandeling, dan dient deze indicatie in een mogelijke tweede en/of meerdere bronnen te worden bevestigd. Wanneer dit niet het geval is, dan moet op basis van deze enkele bron een afweging worden gemaakt welke consequentie(s) dit heeft voor het onderzoeksgebied.

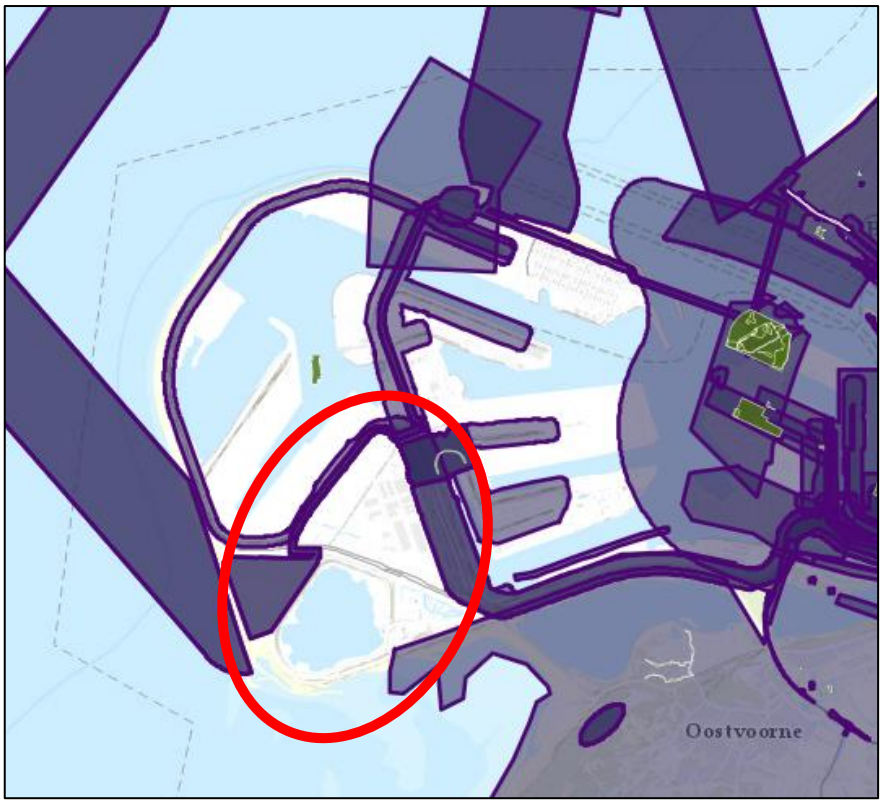
In dit hoofdstuk komen de geraadpleegde bronnen in het kader van het vooronderzoek aan bod. Per bron is in de bijlagen terug te vinden welke literatuur, archiefstukken en/of documenten zijn geraadpleegd, zodat voor de lezer de herleidbaarheid van indicaties (en contra-indicaties) van oorlogshandelingen duidelijk zijn.

Op basis van bronnenonderzoek wordt een lijst opgesteld met oorlogshandelingen die mogelijk relevant zijn voor de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied (indicaties). Deze lijst bevat een verwijzing naar de data waarop de oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden. Een chronologisch overzicht van de lijst is terug te vinden in bijlage 12.

2.1 Verplichte bronnen

Reeds uitgevoerde vooronderzoeken

Tavela heeft, conform de WSCS-OCE, bij aanvang van het onderzoek gezocht naar eerder uitgevoerde vooronderzoeken CE van of in de nabijheid van het projectgebied. Ter controle is ook de VEO-bommenkaart geraadpleegd.



Afbeelding 2.1.1 : Eerder uitgevoerde vooronderzoeken (Bron: VEO Bommenkaart). In de rode ovaal de projectlocatie.

Er zijn echter geen vooronderzoeken ter beschikking gesteld door de gemeente Rotterdam. Er is een schrijven van de gemeente aan Tavela B.V. gericht, waarin wordt gesteld:

Citaat:

Conclusie:

*Op basis van de gegevens uit het gemeentebrede Vooronderzoek is de conclusie dat de projectlocatie in **onverdacht gebied** gelegen is ten aanzien van het aantreffen van niet gesprongen explosieven uit de Tweede Wereldoorlog. Zie bijgevoegde pdf.*

*Derhalve zien wij **geen** belemmeringen voor het uitvoeren van werkzaamheden op deze locatie.*

Wellicht ten overvloede, wijs ik u er nadrukkelijk op dat wij niet kunnen garanderen dat er geen niet gesprongen explosieven uit de Tweede Wereldoorlog zullen worden aangetroffen in het onverdachte gebied. Wordt (mogelijk) CE aangetroffen dan dient het protocol spontane vondsten te worden gevolgd. Zie bijlage.

Einde citaat.

Deze conclusie is binnen dit onderhavige onderzoek andermaal getoetst. Voor het 'Protocol toevalstreffer' zie bijlage 15.

Ten aanzien van deze reeds eerder (in de omgeving) uitgevoerde vooronderzoeken heeft Tavela beperkt aanvullend bronnenonderzoek gedaan, om ze waar nodig te actualiseren naar de huidige richtlijnen van de WSCS- OCE.

De archieven en archiefdossiers die al door eerdere vooronderzoeken zijn geraadpleegd, zijn door Tavela waar nodig opnieuw ingezien.

Bij het bevoegd gezag hebben wij navraag gedaan naar eerder uitgevoerd onderzoek naar de aanwezigheid van CE in het projectgebied. Voor zover bij de gemeente bekend is niet eerder dergelijk onderzoek uitgevoerd, behoudens voornoemd gemeentebrede vooronderzoek.

2.2 Literatuur en websites

Diverse literatuur is bestudeerd voor dit onderzoek. Het betreffen niet alleen de standaardwerken over de Tweede Wereldoorlog, maar ook de regionale literatuur. Een overzicht van de geraadpleegde literatuur is terug te vinden in bijlage 1.

Ook digitaal is er materiaal te vinden dat betrekking heeft op het onderzoeksgebied. In bijlage 2 is er een overzicht te vinden van de geraadpleegde websites.

2.3 Archieven

Gemeentelijk archief

Het projectgebied viel (en valt) onder de gemeente Rotterdam. Het gemeentearchief van Rotterdam is ondergebracht bij de gemeente zelf, in het Stadsarchief Rotterdam. Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog was de toekomstige Maasvlakte onderdeel van de deelgemeente Hoek van Holland.

Bij het raadplegen van de gemeentelijke archieven wordt conform de WSCS-OCE ten minste de stukken van de luchtbeschermingsdienst, de stukken over geruimde CE en de oorlogsschaderapporten geraadpleegd. Een overzicht van de geraadpleegde gemeentelijke archieven is terug te vinden in bijlage 3.

Provinciaal archief

Zuid-Holland heeft als enige provincie geen eigen provinciaal archief. De provinciale archieven van Zuid-Holland worden bewaard in het Nationaal Archief, te Den Haag. Bij het raadplegen van het provinciaal archief van Zuid-Holland wordt conform de WSCS-OCE ten minste de stukken van de luchtbeschermingsdienst, de stukken over geruimde CE en de oorlogsschaderapporten geraadpleegd. Een overzicht van de geraadpleegde provinciale archieven van Zuid-Holland is terug te vinden in bijlage 4.

2.4 Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD)

De archieven van Defensie zijn geraadpleegd voor meldingen of ruimingen van CE in of grenzend aan het projectgebied. In de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog was de Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD) verantwoordelijk voor het opruimen van mijnen en achtergelaten munitie in Nederland. Het archief van de MMOD bevindt zich bij de Semi-statisch Informatiebeheer van het ministerie van Defensie in Rijswijk. In 1971 kreeg de EOD de taak voor het ruimen van aangetroffen CE van het Ministerie van Binnenlandse Zaken. Pas vanaf die tijd zijn alle meldingen van aangetroffen/geruimde CE bijgehouden. Tot 1990 werden deze meldingen MORA's genoemd (Melding Opdracht Ruimrapportage Afdoening).

Na 1990 werden deze meldingen WO's (Werkopdrachten) of UO's (Uitvoeringsopdrachten) genoemd. De EOD heeft de inventarissen van de rapporten beschikbaar gesteld.

Bij inventarisatie van de geraadpleegde bronnen en archieven zijn er **wel** meldingen van CE aangetroffen die betrekking hebben nabij het projectgebied.

Voor een lijst van de door Tavela aangetroffen CE in dit deel van de Maasvlakte, zie bijlage 5.

2.5 Luchtfotocollecties

Nationaal

Tijdens de Tweede Wereldoorlog zijn er door de geallieerden veel luchtfoto's van Nederland gemaakt. Er zijn in Nederland twee locaties waar luchtfoto's van Nederland zijn te raadplegen. Een deel bevindt zich in de afdeling Speciale Collecties, Bibliotheek Wageningen UR te Wageningen. Het andere deel bevindt zich in de collectie van het Kadaster Geo-informatie te Zwolle. Luchtfoto's uit beide archieven worden geleverd via Dotkadata.

Internationaal

In Schotland bevindt zich een omvangrijke collectie luchtfoto's bij The National Collection of Aerial Photography (NCAP), Edinburgh. De Luftbilddatenbank in Estenfeld Duitsland beschikt over een database met Duitse gegevens uit al deze archieven. De luchtfotoarchieven in Edinburgh en Estenfeld zijn voor dit onderzoek niet geraadpleegd, omdat de Nederlandse archieven voldoende informatie hebben opgeleverd.

De beschikbare luchtfoto's zijn door Tavela geïnventariseerd. Bij de selectie van luchtfoto's wordt rekening gehouden met: opnamedatum in relatie tot oorlogshandelingen, kwaliteit van het fotobeeld en de schaal. In bijlage 6 is terug te vinden welke door Tavela relevante foto's van het onderzoeksgebied zijn geanalyseerd.

De geraadpleegde luchtfoto's uit de periode 1940-1945 worden in CAD of GIS gepositioneerd ten opzichte van de huidige topografie en geanalyseerd op sporen van oorlogshandelingen zoals bijvoorbeeld op kraters, loopgraven, mangaten, bunkers, verdedigingswerken, (geschut)stellingen, tankgrachten en mijnenvelden. Vervolgens worden alle op de luchtfoto's zichtbare indicaties voor de aanwezigheid van CE ingetekend in CAD of GIS en weergegeven op de feiten inventarisatiekaart (of feitenkaart) in bijlage 13.

Voor dit onderzoeksgebied geldt dat er geen luchtfoto's beschikbaar zijn: het onderzoeksgebied lag destijds middenin zee. Zelfs al zouden er luchtfoto's worden gevonden, dan is het onmogelijk om te bepalen of zij daadwerkelijk het onderzoeksgebied hebben bestreken: er zijn geen vaste kenmerken om de positie te bepalen.

2.6 Aanvullende nationale bronnen

Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH)

De collectie "Gevechtsverslagen en rapporten mei 1940" met collectienummer 409 van het NIMH is niet geraadpleegd; er zijn geen indicaties dat er grondgevechten hebben plaatsgevonden in het onderzoeksgebied, in de periode mei 1940.

Omdat er geen indicaties waren van Duitse militaire werken in het onderzoeksgebied is de collectie "Duitse verdedigingswerken in Nederland en de rapporten van het Bureau Inlichtingen te Londen (1940- 1945)" met collectienummer 575 niet geraadpleegd.

Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie (NIOD)

De literatuurcollectie van het NIOD is door Tavela niet geraadpleegd, omdat er niets was te schrijven over dit deel van de zee.

Nationaal Archief

In het Nationaal Archief te Den Haag zijn diverse archieven geraadpleegd, ook de archieven van Zuid-Holland. Ook dit was tevergeefs.

2.7 Aanvullende internationale bronnen

Stafkaarten

Bij de afdeling GEO-informatie van het kadaster te Zwolle zijn geallieerde stafkaarten uit de periode 1940-1945 aanwezig. Op deze stafkaarten is het onderzoeksgebied te zien zoals het was ten tijde van de Tweede Wereldoorlog. In sommige gevallen zijn kaarten beschikbaar met locaties weergegeven van tankgrachten, loopgraven, mijnenvelden en geschutposities en/of artilleriedoelen. Dit is op deze kaarten, voor het onderzoeksgebied, niet het geval.

The National Archives (Londen)

Deze stafkaarten worden door Tavela tevens gebruikt om oorlogshandelingen uit de geallieerde War Diaries en Operations Record Books te analyseren aan de hand van het destijds door de geallieerden gebruikte *Nord de Guerre* coördinaatsysteem. De in de War Diaries en Operations Record Books genoemde coördinaten kunnen zodoende worden herleid tot een positie in de huidige topografie.

Het Britse coördinatensysteem

Bij de informatie afkomstig van het National Archives te Londen zitten vaak coördinaten. De Britse strijdkrachten gebruikten tijden de Tweede Wereldoorlog het *Modified British System*. Hiermee werden, voor de troepen en piloten, doelen in Europa gelokaliseerd. Nederland viel onder de *Nord de Guerre zone*. Deze zone werd opgedeeld in stukken van 500 vierkante kilometer en elke stuk kreeg een eigen kleine letter. Deze stukken werden weer verdeeld in stukken van 100 vierkante kilometer en kregen een grote tweede letter toegewezen.

In elk stuk van 100 vierkante kilometer werd er via getallen een horizontale en verticale as aangegeven. Het aantal getallen gaf de nauwkeurigheid aan, waarbij een minimum was van vier getallen. **Vier** getallen geven een vak aan van één vierkante kilometer aan en **zes** getallen een vlak van 100 vierkante meter.

War Diaries

Tavela beschikt over gevechtsverslagen (War Diaries) van diverse Britse en Canadese eenheden die in Nederland actief zijn geweest. Deze gegevens zijn afkomstig uit The National Archives in Londen. Deze gevechtsverslagen geven een overzicht van de activiteiten van deze eenheden. Met betrekking tot het onderzoeksgebied zijn er geen War Diaries aangetroffen. Er hebben in het gebied (vanzelfsprekend) geen grondgevechten plaatsgevonden.

Operations Record Books R.A.F.

Tavela beschikt over de Operations Record Books van de R.A.F. met informatie met betrekking tot bombardementsgegevens, en over de Daily Logs van de 2de Tactische Luchtmacht uit de periode september 1944 tot en met mei 1945. Ook deze gegevens zijn afkomstig uit The National Archives in Londen. Een overzicht van de door Tavela geraadpleegde archieven is terug te vinden in bijlage 10.

Bundesarchiv-Militärarchiv (Freiburg)

In het archief van Freiburg zijn o.a. archiefstukken van de *Führungsstab* van de Luftwaffe opgeslagen. Hierin staan alle melding van neergekomen vliegtuigbommen en toestellen in het bezette Europa beschreven. Ook andere gegevens komen naar voren in deze archieven. Er is niet gezocht in het BA-MA, omdat er voldoende informatie beschikbaar is uit Nederlandse en Britse archieven.

The National Archives and Records Administration (Washington DC)

In het NARA te Washington zijn net als in het Verenigd Koninkrijk onder andere interpretation reports en de daily logs (dagboeken) van verschillende eenheden van de Amerikaanse strijdkrachten gearchiveerd. Er is niet gezocht in het NARA, omdat er voldoende informatie beschikbaar is uit Nederlandse en Britse archieven.

2.8 Getuigenverklaringen

Interviews met ooggetuigen, die informatie hebben over de eventuele aanwezigheid van neergestorte vliegtuigen, afgeworpen bommen en andere gevechtshandelingen binnen het gebied, kan veel bruikbare informatie opleveren. Ruim 70 jaar na dato is het aantal ooggetuigen echter zeer beperkt. Voor dit onderzoek is niet getracht om getuigen te horen, omdat de bovenstaande bronnen voldoende informatie met betrekking tot het onderzoeksgebied bevatten.

2.9 Naoorlogse bodemroering

Indien er indicaties zijn voor de aanwezigheid van CE, dienen conform de WSCS-OCE, satellietbeelden te worden verzameld die het onderzoeksgebied in de naoorlogse periode bestrijken. Deze naoorlogse satellietfoto's moeten worden vergeleken met de luchtfoto's uit het tijdvak 1940-1945, om te inventariseren welke naoorlogse ontwikkelingen hebben plaatsgevonden in het onderzoeksgebied, waarbij grond (grootschalig) is geroerd of verzet.

Uit de vergelijking van de geanalyseerde luchtfoto met recente satellietbeelden blijkt dat er zeer ingrijpende naoorlogse ontwikkelingen in het projectgebied hebben plaatsgevonden, waarbij grond is geroerd of verzet. Het hele projectgebied bestond ten tijde van 1939 – 1945 nog niet; het was deel van de zee. De door Tavela geraadpleegde foto's en satellietbeelden zijn terug te vinden in bijlage 11.

3 CHRONOLOGISCHE SAMENVATTING INDICATIES

In de onderstaande tabel wordt een chronologisch overzicht gegeven van de relevante oorlogshandelingen uit het literatuur- en archiefonderzoek. Van sommige oorlogshandelingen is het niet mogelijk gebleken de locatie vast te stellen. Deze gebeurtenissen zijn omwille van het historisch overzicht en/of relevantie niet opgenomen in onderstaande overzicht. Alle genoemde gebeurtenissen zijn in de nabijheid of in het onderzoeksgebied. Er wordt telkens verwezen naar de geraadpleegde bron, de datum en eventuele andere relevante informatie. De relevante gebeurtenissen zullen in hoofdstuk 4 worden geanalyseerd. De onderstaande tabel is weergegeven op de feiten inventarisatiekaart (of feitenkaart) in bijlage 12.

De volgende indicaties voor de aanwezigheid van CE zijn achterhaald:

Datum	Gebeurtenis	Nationaliteit	Subsoort	Kaliber	Bronnen
	Niet van toepassing: er zijn geen relevante oorlogshandelingen te melden.				

Tabel 3.1.1: Chronologische gebeurtenissenlijst.

4 ANALYSE

In dit hoofdstuk worden de relevant bevonden indicaties geanalyseerd. Door deze analyse kunnen we kijken of de indicaties ook zorgen voor verdachte gebieden in het onderzoeks- en projectgebied.

De horizontale afbakening van het eventuele verdachte gebied is weergegeven CE-Bodembelastingkaart in bijlage 14.

Mobilisatieperiode

Door de Duitse inval in Polen in september 1939 en de daaropvolgende oorlogsverklaring van Frankrijk en Groot-Brittannië aan de Duitse regering zorgden ervoor dat Nederland zijn strijdkrachten ging mobiliseren. In deze periode werden de verschillende onderdelen van Nederlandse strijdkracht onder de wapenen geroepen en werd er een begin gemaakt met het aanleggen van verdedigingslinies, voorbereidings-werkzaamheden ten behoeve van inundaties, mijnenvelden en versperringen.

Aangezien het onderzoeksgebied een deel van de zee was, valt er niets te melden.

Meidagen 1940

In de vroege ochtend van 10 mei 1940 vielen Duitse eenheden vanuit het grensgebied Nederland binnen, terwijl Duitse parachutisteneenheden in West-Nederland landden. Bij Kornwerderzand en bij de Grebbelinie werden de Duitse troepen tegengehouden, daarnaast vochten Nederlandse eenheden dapper tegen de Duitse parachutisten-eenheden in het westen van Nederland. Na het bombardement op Rotterdam door de Duitse luchtmacht besloot het Nederlandse opperbevel te capituleren. Alleen in Zeeland werd nog doorgevochten door Nederlandse en Franse eenheden.

Duitse bezettingsjaren

Direct na de Duitse inval werd Nederland met enige regelmaat getroffen door (kleinschalige) geallieerde bombardementen. Deze bombardementen waren met name gericht op vliegvelden, havens, infrastructuur en industriegebieden. Vanaf 1943 werden de geallieerde luchtmachten steeds sterker. Hierdoor vonden er steeds meer, grotere en zwaardere bombardementen plaats op Nederlandse vliegvelden, havens en industriegebieden. Vanaf 1942 werd begonnen met het aanleggen van de Atlantikwall door de Organisation Todt in het Nederlands kustgebied.

Bevrijdingsjaar 1944-1945

Het bevrijdingsjaar voor Nederland startte vanaf september 1944. Geallieerde grondtroepen staken vanuit België de Nederlands grens over in Zeeland, Noord-Brabant en Limburg. Halverwege september 1944 vond Operation Market Garden plaats. Dit ambitieuze plan van de geallieerde bevelhebber Montgomery moest ervoor zorgen dat de bruggen tussen Eindhoven en Arnhem door luchtlandingstroepen bezet zouden worden om vervolgens door geallieerde grondtroepen te worden bevrijd. Als dit plan zou slagen dan zouden geallieerde eenheden voor kerst 1944 Berlijn al hebben veroverd.

Operation Market Garden werd een fiasco en Noord-Brabant, Zeeland, Limburg en Gelderland werden frontgebied, waar zware (grond)gevechten plaatsvonden in combinatie met artilleriebeschietingen en bombardementen. Nederland boven de rivieren was vanaf het najaar van 1944 tot aan de bevrijding in mei 1945 nog het toneel van verschillende soorten gevechtshandelingen.

Aangezien het onderzoeksgebied een deel van de zee was, valt er hoegenaamd niets te vermelden.

4.1 Analyse naoorlogse EODD-ruimingen en achtergelaten munitie MMOD

Meerdere munitieruimrapporten in en rondom het onderzoeksgebied zijn meegenomen in de analyse. Uit de analyse blijkt dat er **geen** vondsten in het projectgebied zijn.

De naburige vondsten zijn te verklaren aan de hand van de vondst zelf: granaten en een bom. Deze granaten zijn eens afgevuurd, ze zijn in de jaren zestig bedekt met opgespoten zand, en zijn naderhand toch weer 'boven' gekomen. Dit geldt voor de EOD-meldingen 19981267, 19990949 en 20171575. Zie bijlage 5.

De bom van melding 20120993 zal op een ondiep gedeelte van de zee terecht zijn gekomen, misschien was het een noodafworp, misschien is de bom afgeworpen tijdens een aanval op een schip. Ook dit deel van de zee is later weer bedekt met zand, en naderhand is de bom toch weer aan de oppervlakte gekomen.

Het enige wat Tavela niet kan verklaren is de Tellermine, een tamelijk grote schotelvormige antitankmijn. In bijlage 16 is een afbeelding van zo'n soort Tellermine te zien. Er zijn op de Maasvlakte 1 (en 2) geen mijnen gelegd, het was een deel van de zee tijdens de Tweede Wereldoorlog. Deze Tellermine is te groot om door de zandzuiger te kunnen zijn verplaatst. Concluderend stelt Tavela vast dat we niet definitief hebben kunnen vaststellen waar de oorsprong van deze mijn gelegen is.

4.2 Analyse Luchtaanvallen en crashes

Er zijn geen relevante luchtaanvallen te vermelden, omdat het onderzoeksgebied destijds middenin zee lag. Als er al bommen zijn afgeworpen is dat in het kader van aanvallen op schepen gebeurd, of door noodafworpen. Dat gebeurde als een toestel zijn bommenlast afwierp om sneller en/of lichter te worden, omdat het beschadigd was, of omdat het wilde ontkomen aan zijn achtervolgers. In beide gevallen zijn er geen exacte gegevens te vermelden: bij aanvallen op schepen was er geen sprake van een nauwkeurige plaatsbepaling, en bij noodafworpen op zee was er überhaupt geen plaatsbepaling.

4.3 Luchtfoto-analyse

Het projectgebied lag ten tijde van de Tweede Wereldoorlog ruim drie kilometer uit de kust. Er is op eventuele relevante luchtfoto's niets te zien, alleen zee.

4.4 Analyse contra-indicaties

Er zijn **wel** contra-indicaties voor de aan- of afwezigheid van CE achterhaald. Dit heeft betrekking op naoorlogse grondroerende werkzaamheden en veranderingen aan het gebied. De Eerste Maasvlakte (of Maasvlakte 1) is pas in de jaren zestig van de vorige eeuw ontstaan. Er werd een ringdijk aangelegd, en daarna werd daarbinnen zand uit de Noordzee opgespoten om de zee droog te leggen. De enige munitievondsten die kunnen worden aangetroffen zijn afkomstig uit dat opgespoten zand. Daarin kunnen eventueel kleine (resten van) munitie worden aangetroffen.

Er zijn natuurlijk uitzonderingen op deze regel. Bijvoorbeeld als een bom is afgeworpen op een ondiep deel van de zee, en later ontdekt wordt. Dat is waarschijnlijk ook het geval geweest met MORA 20120993, die overigens ruim 500 meter buiten het onderzoeksgebied ligt.

4.5 Horizontale afbakening

Op basis van de geraadpleegde bronnen is vastgesteld dat binnen het onderzoeksgebied **geen** oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden, waardoor het onderzoeksgebied onverdacht is.

Er is sprake van onverdacht gebied, *geen horizontale afbakening* derhalve.

4.6 Verticale afbakening

Er is sprake van onverdacht gebied, *geen verticale afbakening* derhalve.

4.7 Leemten in kennis

Tavela waarborgt de kwaliteit en veiligheid van zijn diensten. Het vooronderzoek is uitgevoerd volgens de WSCS-OCE-richtlijnen. Het is uiteraard altijd mogelijk dat bepaalde oorlogshandelingen niet zijn beschreven, gearchiveerd of in de tijd verloren zijn gegaan, waardoor deze in het heden niet als feitenmateriaal terug te vinden zijn.

Leemte in kennis

- Niet alle boven Nederland uitgevoerde bombardementen zijn nauwkeurig geregistreerd of gelokaliseerd.

- Van eventuele meldingen of ruimingen van (vermoede) explosieven in of direct grenzend aan het onderzoeksgebied zijn over de periode 1940-1944 en 1948-1970 geen gegevens meer bekend bij de EOD en het SSA.

- Bepaalde indicaties die zijn aangetroffen in literatuur en archiefstukken zijn niet te herleiden naar een specifieke locatie.

- Er heeft beperkte controle plaatsgevonden of de ontleende adresgegevens corresponderen met mogelijk in de loop van de jaren veranderde huisnummering, straatnamen of perceel- indelingen.

- Tavela beschikt niet over de complete informatie aangaande de maatvoering van de achterhaalde/waargenomen naoorlogse grondroerende activiteiten/werkzaamheden.

- Bij een historisch onderzoek kan nooit een volledig overzicht van alle bronnen worden verkregen. Er is bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van een bronnenselectie. Getuigen die meer kunnen vertellen over munitiedumpingen, vliegtuigcrashes en bombardementen kunnen ondertussen zijn overleden.

- Luchtfoto's van de Royal Air Force geven doorgaans een betrouwbare indicatie voor wat betreft de vraag of er mogelijk CE in het onderzoeksgebied aanwezig zijn. Door camouflage-maatregelen kan een deel van de Duitse geschutsopstellingen of andere militaire bouwwerken niet zichtbaar zijn, terwijl deze er wel waren.

- Luchtfoto's geven een momentopname weer. Er kunnen voor, na en tussen verschillende opnamedata in het onderzoeksgebied CE terecht zijn gekomen.

- De ruimrapporten van de EOD kennen hun beperkingen, voor wat betreft de nauwkeurigheid van de vindplaatsbeschrijvingen. Het is daarom niet altijd mogelijk om exact aan te geven waar de CE werden aangetroffen.

- Beperkingen in nauwkeurigheid zijn er ook bij andere geraadpleegde bronnen, zoals bijvoorbeeld documenten uit de gemeentearchieven. Er kan alleen een CE verdacht gebied worden afgebakend met behulp van concrete locatiebeschrijvingen.

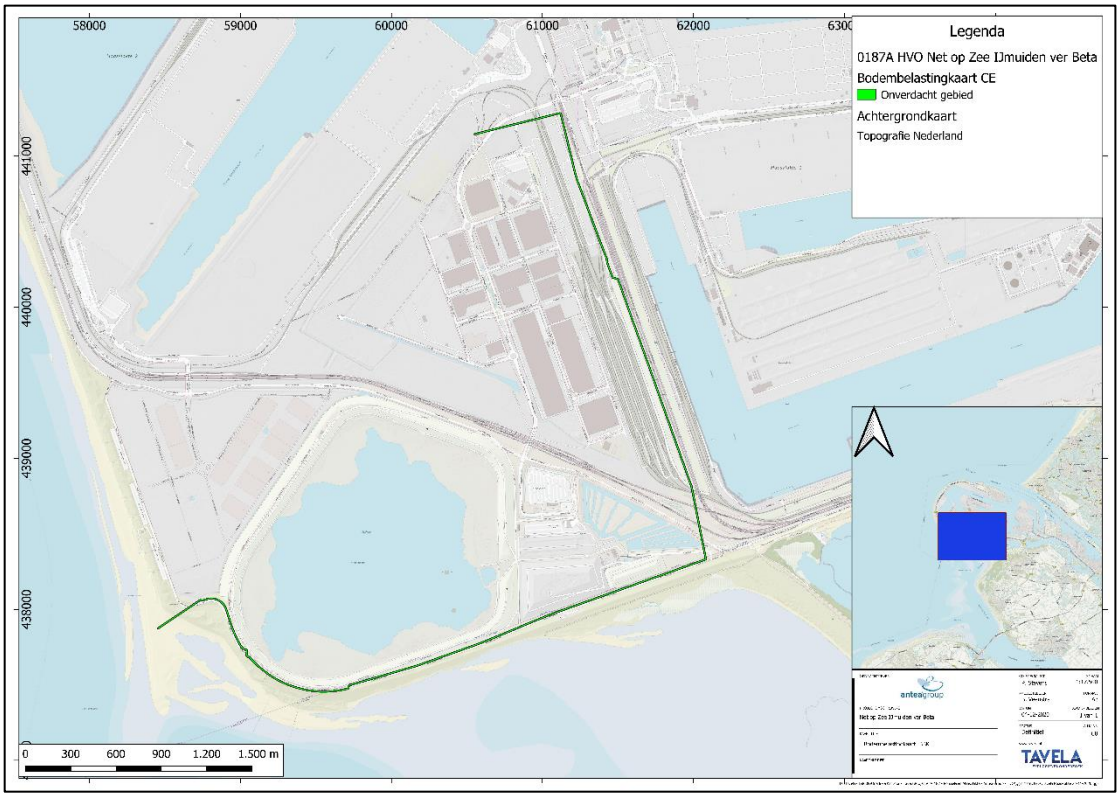
5 CONCLUSIE EN ADVIES

Op basis van het voorliggende Vooronderzoek CE kunnen de onderstaande conclusies en adviezen door Tavela worden uitgebracht voor het projectgebied.

De conclusies worden in de onderstaande figuur gevisualiseerd, waarbij in **groen** de onverdachte gebieden zijn weergegeven, waarin geen aanvullend explosieven onderzoek noodzakelijk is. De werkzaamheden kunnen regulier worden uitgevoerd.

Tavela adviseert om voor dit projectgebied het protocol "Aantreffen toevalstreffer" te hanteren. **Zie bijlage 15.**

BodemBelastingKaart (BBK)



Afbeelding 5.1.1: BBK.

Conclusie Tavela: onverdacht gebied:

Het projectgebied kwalificeren wij op basis van het geanalyseerde feitenmateriaal als:

Onverdacht op de aanwezigheid van CE.

Tavela adviseert de opdrachtgever om, binnen het onderzoeksgebied, **geen** verder aanvullend explosieven onderzoek te laten uitvoeren. Op basis van dit onderzoek ontbreekt de noodzaak. De grondroerende werkzaamheden kunnen regulier worden uitgevoerd.

6 BIJLAGEN

Bijlage 1: Geraadpleegde literatuur

Auteur	Titel	Plaats + datum
Amersfoort, H. en P. Kamphuis	Mei 1940. De strijd op Nederlands grondgebied 4e druk	Amsterdam 2012
Bollen, H.A. & P. Vroemen	Canadezen in actie. Nederland najaar '44 – voorjaar '46	Warnsveld 1993
Eversteijn, T.	Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 – 5 mei 1945	z.p. z.j.
Gooderson, I.	Air power at the battlefront. Allied close air support in Europe 1943-1945	z.p., 1998
Huurman, C.	Het spoorwegbedrijf in oorlogstijd, 1939-1945	Eindhoven 2001
Jong, Dr. L.	Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog	Den Haag 1970
Klep, C. (red.),	De bevrijding van Nederland 1944-1945. Oorlog op de flank	Den Haag 1995
Korthals Altes, A.	Luchtgevaar, luchtaanvallen op Nederland 1940-1945	Amsterdam 1984
Meer, A. van der., O. Boonstra	Repertorium, van Nederlandse gemeenten van 1812	2e editie 2011
Middlebrook, M.	The Bomber Command War Diaries, an operational reference book 1939-1945	z.p., 2000
Nierstrasz, V.E.	De operatiën van het veldleger en het oostfront van de Vesting Holland, mei 1940	Den Haag 1955
Onderwater, H. e.a.	Oorlog rond Hoek van Holland, 10-20 mei 1940. (Stichting Nederlands Kustverdedigingsmuseum Fort aan den Hoek van Holland)	Hoek van Holland 2000
Studiegroep Luchtoorlog 1939-1945 (SGLO)	Verliesregister 1939-1945. Alle militaire vliegtuigverliezen in Nederland tijdens de Tweede Wereldoorlog.	Den Haag, 2008
Veenstra, S.L.	In de schaduw van de glorie. Overzicht van vliegtuigbergingen in Nederland 1960-1977	Zutphen 1992
Zwanenburg, G.J.,	En nooit was het stil: kroniek van een luchtoorlog, deel 1 en 2	Den Haag 1990, 1993

Bijlage 2: Geraadpleegde websites

Website	Datum
www.airwar4045.nl	2-12-2020
www.topotijdreis.nl	2-12-2020
www.beobom.nl/ruimingskaart	12-11-2020
www.secondworldwar.nl	18-11-2020
www.studiegroepluchtoorlog.nl/verliesregister	11-11-2020
www.explosievenopsporing.nl	19-11-2020
www.vergeltungswaffen.nl	2-12-2020
www.ikme.nl	12-11-2020

Bijlage 3: Gemeentelijke archieven

63 - Gemeentepolitie Rotterdam	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
3278	Stukken inzake bombardement 31-03-43
3301	Opgave van woningnummers en aantal verwoeste woningen 14-05
3302	Kaarten van op 14-05 verwoeste panden
3303	Stukken inzake de tijdens de oorlog uitgevoerde bombardementen op de 4e afdeling, bureau Oostervangerstraat
3304	Bominslagen en neergestorte vliegtuigen 40-45
3808	Dagrapporten HvH mei-feb 40-41
3809	Dagrapporten HvH feb-aug 41
3810	Dagrapporten HvH sep-april 41-42
3811	Dagrapporten HvH april-sept 42
3812	Dagrapporten HvH sep-feb 42-43
3813	Dagrapporten HvH feb-jul '43
3814	Dagrapporten HvH jul-feb 43,44
3815	Dagrapporten HvH 1945
4100	Demonteren bom in de Bellevoystraat
4284	Stukken betreffende diverse bominslagen

273 – Verzameling WOII (Rotterdam)	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
707	Plattegrond R'dam met daarop aangegeven schade van het grote bombardement
843	Lijst van verwoeste panden na de bombardementen van 14 mei '40 en 31 maart '43
844	Lijsten van bom en luchtdoelinslagen te Rotterdam '41 en '45
859	Staat van werkzaamheden van de Rotterdamse bommenploeg (1986)
861	Inlichtingen betreffende aanwezigheid bommen in de Maashaven
1458	Lijst door bom en granaat beschadigde panden. Chronologisch, met plattegrond inslagen 40-45 (exclusief 14-05)
1837	Stukken betreffende afhandeling van schade van een bombardement op 8 maart 1941
1843	Oorlogsschade in Rotterdam door JW van Borselen

369b - Brandweer Rotterdam	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
Z.n.	Geen titel

444.01 – Gemeentesecretarie Rotterdam (t/m 1941)	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
4317 t/m 4332	Schade door defensie maatregelen en vreemde vliegtuigen toegebracht
4337	Uitkijkposten Luchtbeschermingsdienst
5658	Dossier '41-'45, Duitse bezetting

444.02 – Gemeentesecretarie Rotterdam afdeling algemene zaken ('42-'65)	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
151	Stukken betreffende de oorlog, o.a. overzicht neergestorte vliegtuigen
179	Verslag Luchtbeschermingsdienst over 1941, 1942

497 – Gemeentesecretarie Rotterdam centraal archief ('42-'45)	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
47	Vergadering over een luchtaanval van 31-03-43
76	Stukken m.b.t. diverse gevallen van steunaanvragen in verband met oorlogsschade

465.01 – afdeling openbare werken	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
575	Schade van bomaanslagen aan verenigings- en hypotheekwoningen
2510	Oorlogsschade onroerend goed

653 – Luchtbeschermingsdienst (LBD) en Gemeentesecretarie	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
2	Doorslagen van rapporten betreffende bom- en granaatinslagen ('44-'45)
4	Klad van rapport aan de inspectie der LBD over 14-05

Digitale bommenkaart	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
	Naast de bommenkaart zoals vermeld onder inventarisnummer 3304 beschikt de gemeente ook over een digitale bommenkaart. Hierop staan ook bominslagen ingetekend die niet uit de beschikbare archiefstukken naar voren komen.

Bijlage 4: Provinciale archieven

De provinciale archieven van Zuid-Holland liggen in het Nationaal Archief te Den Haag. Bijlage 9 bevat een lijst met de gebruikte provinciale archieven en overige (Zuid-Hollandse) archiefbescheiden uit het Nationaal Archief.

Bijlage 5: De ruimrapporten van de EOD

Nummer	Datum	Locatie	Aard
19981267	14-6-1998	De Sluster, Maasvlakte (Rotterdam)	2 brisantgranaten van 7 veld, verschoten, met rest ontsteker.
19990949	27-5-1999	M.O.T. Maasvlaktehaven 8940, Rotterdam. Bedreigd gebied: olieopslagplaats	1 pantsergranaat van 15 cm met hijsoog, verschoten (Oud-Hollands)
20101807	24-12-2010	Europaweg 902, Rotterdam	Anti-tankmijn Tellermine 35 (D.)
20120993	18-6-2012	Ingang Nieuwe Maasvlakte, Maasvlakte Rt	1 brisantbom 250 lbs (113 kg) GP Mk IV
20160780	6-5-2016	Dardanellenstraat, Rotterdam	Schroot
20171575	8-9-2017	Yangtzekanaal, Europaweg 902	Lichtgranaat 8.8 cm, (D.) (verschoten)

Bijlage 6: Luchtfoto's Wageningen en Zwolle

Geen relevante luchtfoto's beschikbaar.

Foto	Herkomst	Datum	Run	Kwaliteit	Sortie

Bijlage 7: Geraadpleegde stukken NIMH

Geen relevante stukken gevonden.

Collectie 409 "Gevechtsverslagen en rapporten mei 1940"		
Inv. Nummer	**Datum**	**Omschrijving archiefstuk(ken)**

Collectie 575 "Duitse verdedigingswerken in Nederland en rapporten van het Bureau Inlichtingen te Londen (1940-1945)"		
Inv. Nummer	**Datum**	**Omschrijving archiefstuk(ken)**

Bijlage 8: Nederlands Instituut voor OorlogsDocumentatie

Geen relevante stukken gevonden.

Toegangsnummer 077 - Collectie Generalkommissariat für das Sicherheitswesen - Höhere SS- und Polizeiführer Nord-West		
Inv. Nummer	**Datum**	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
1328	1940-1941	Dagberichten van de Befehlshaber der Ordnungspolizei Den Haag betreffende vijandelijke luchtaanvallen, 1940-1941.

Toegangsnummer 216K - Collectie Departement van Justitie		
Inv. Nummer	**Datum**	**Omschrijving archiefstuk(ken)**
180	23 juni 1943 – 28 april 1944	Rapporten van de plaatselijke luchtbeschermingsdiensten, politiekorpsen en de Marechaussee inzake het geven van het sein luchtalarm, het neerstorten van vliegtuigen en de vondst van niet ontplofte explosieven.
185	11 oktober 1943 – 17 september 1944.	Processen-verbaal van de plaatselijke luchtbeschermingsdiensten, politie en Marechaussee met betrekking tot vijandelijke vliegtuigen, bomaanvallen en ontploffingen in verschillende gemeenten: Echt-Zwolle.
186	z. datum	Meldingen van verschillende gemeenten betreffende ongevallen, beschietingen, bombardementen en het afwerpen van (lege) benzinetanks door vliegtuigen.

Bijlage 9: Nationaal Archief

2.02.20 – Kabinet der Koningin, 1946-1975	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstukken**
13162-13181	Lijsten van wetten, koninklijke besluiten en kabinetsbrieven vanaf 1956

3.02.20.02 - Provinciale Staten Zuid-Holland	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstukken**
545	Provinciaal verslag, 1940
546	Provinciaal verslag, 1941-1945

3.02.27 - Provinciale Waterstaat Zuid-Holland	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstukken**
27	Inventarisatie van oorlogsschade aan provinciale eigendommen, 1945-1966: 1945-1951
28	Inventarisatie van oorlogsschade aan provinciale eigendommen, 1945-1966: 1953-1966
758	Onderzoeken naar de aanwezigheid van niet-geëxplodeerde vliegtuigbommen te Hazerswoude door de Hulpverleningsdienst van het Ministerie van Binnenlandse Zaken ten bate van diverse uit te voeren werkzaamheden,, 1952
809	Herstellen van oorlogsschade aan en opruimen van voormalige Duitse verdedigingswerken in de duinen,, 1947-1950
819	Opruiming van betonbunkers, 1953 - Staande langs de buitendijk van de Westerse Polder en van Torensteenpolder in de Hoeksche Waard te Numansdorp, volgens overeenkomst T/1953, 1953
820	Opruiming van betonbunkers, 1953 - Staande langs de buitendijk van de Eendragtspolder in de Hoekse Waard te Goudswaard en Zuid-Beijerland, volgens overeenkomst S/1953, 1953
1022	Oorlogsschade, 1940 - 1946, 1939-1950, z.d (*)
1025	Oorlogsschade, 1945 - 1950, 1939-1950, z.d (*)

3.02.27.01 - Provinciaal Bestuur Zuid-Holland 1850-1945	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstukken**
489-540	Gedeputeerde Staten, registers van net-notulen mei 1940 –mei 1945
5057-5066	Commissaris des Konings/der Koningin, 1940-1945

3.02.42 - Kabinet Commissaris der Koningin (Zuid-Holland)	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstukken**
213	Opruimactie's van V1-bommen en munitie, 1975-1982: 1975-1978
214	Opruimactie's van V1-bommen en munitie, 1975-1982: 1979-1980
215	Opruimactie's van V1-bommen en munitie, 1975-1982: 1981-1982

3.07.11 - Rijkswaterstaat Zuid-Holland	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstukken**
784	Stukken betreffende het herstel van brandschade en oorlogsschade aan het bedieningshuis van de Barendrechtsebrug over de Oude Maas, 1942-1947

3.09.34 - Militair Gezag Zuid-Holland	
Inv. Nr.	**Omschrijving archiefstukken**
43	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, munitie en andere explosieven,, 1945
146	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, munitie en andere explosieven,, 1945
147	Stukken betreffende het onderzoek naar verongelukte geallieerde vliegtuigen en hun bemanningen en de berging van vliegtuigwrakken,, 1945
231	Stukken betreffende de opruiming van mijnen, munitie en andere explosieven,, 1945
282	Stukken betreffende het in kaart brengen van mijnenvelden en het opruimen van explosieven,, 1945
361	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, springstof en andere explosieven,, 1945
465	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, springstof en andere explosieven,, 1945
529	Stukken betreffende de opruiming van mijnen, munitie en andere explosieven,, 1945
575	Stukken betreffende de opruiming van mijnen, munitie en andere explosieven,, 1945

Bijlage 10: Buitenlandse archieven

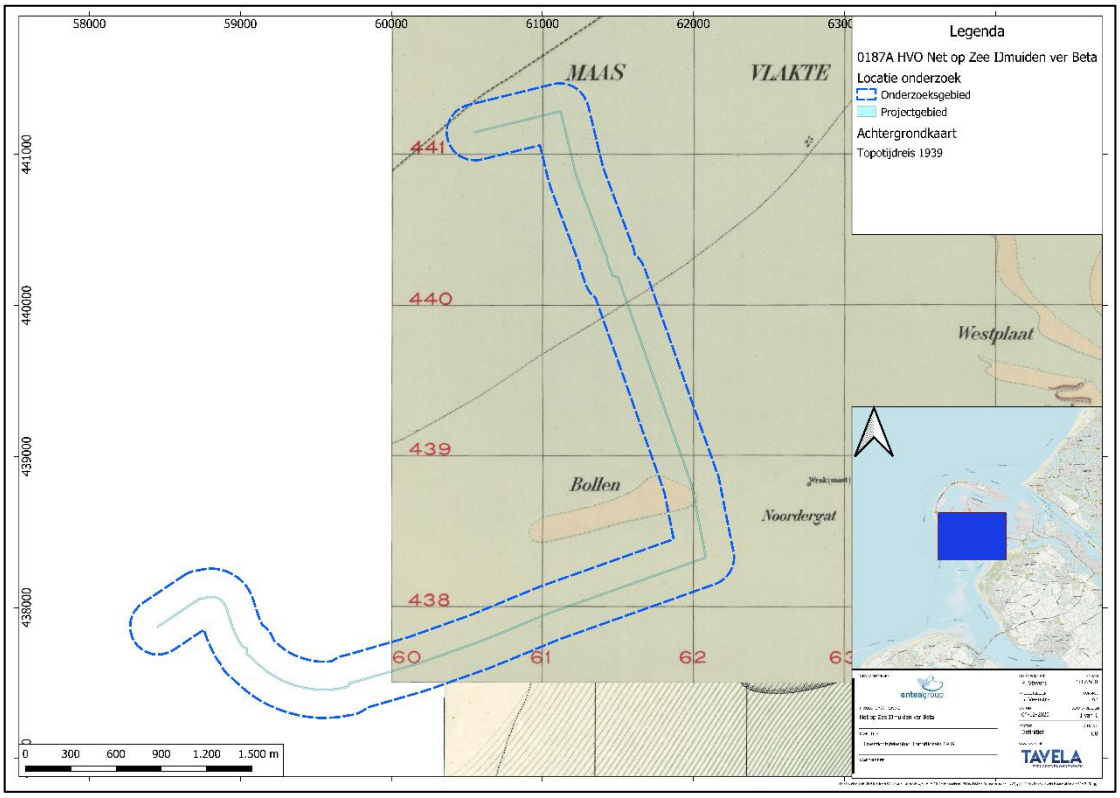
Geen relevante gegevens gevonden.

Toegang AIR 37, Daily logs van de 2nd Tactical Air Force			
Inv. Nummer	**Titel**	**Omschrijving**	**Tijdsperiode**
715	Allied Expeditionary Air Force, and 2nd Tactical Air Force	2nd Tactical Air Force: Daily intelligence and operations summaries	Sept-okt 1944
716	Idem	Idem	Nov-dec 1944
717	Idem	Idem	Jan-feb-1945
718	Idem	Idem	Mar-mei 1945

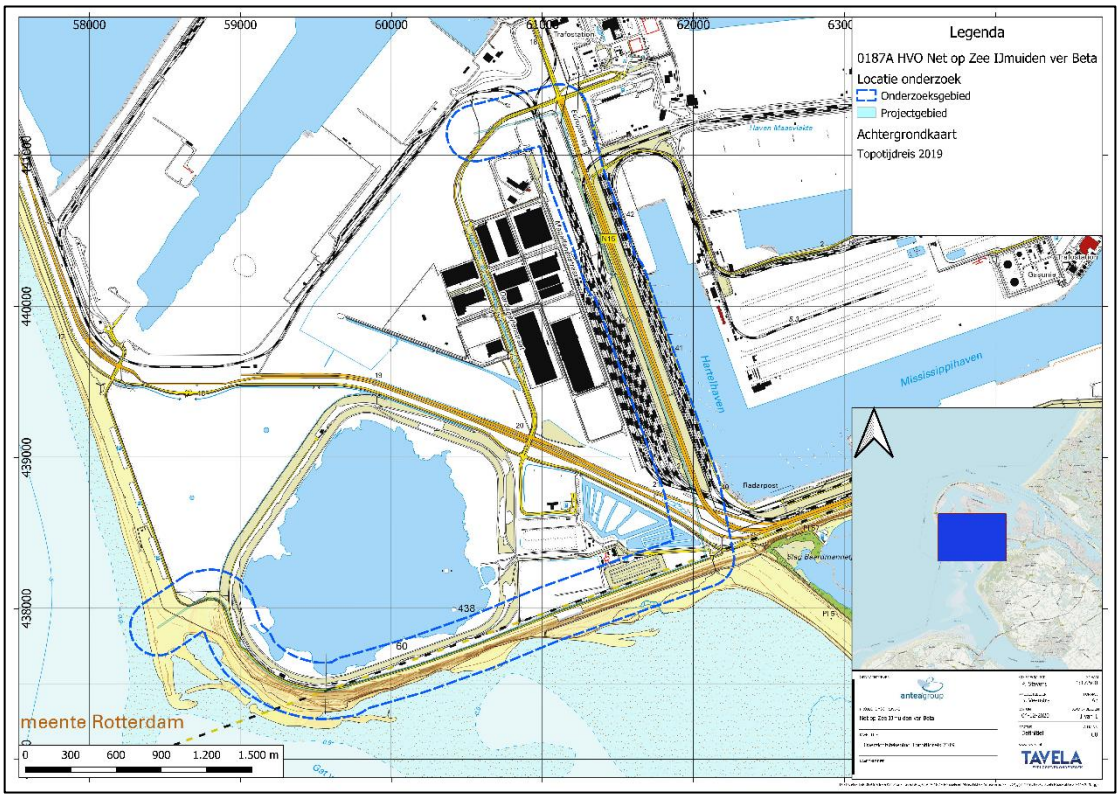
Bijlage 11: Naoorlogse bodemroering

Van contra-indicaties is sprake als er in het projectgebied gerichte opsporing van CE, of dat er grondroerende werkzaamheden hebben plaatsgevonden. Dergelijke gegevens over naoorlogs grondverzet worden alleen verzameld en geanalyseerd, indien er in het bronnenonderzoek indicaties voor de aanwezigheid van CE zijn aangetroffen.

Het onderzoek naar naoorlogs grondverzet beperkt zich tot een vergelijking van de situatie ten tijde van de Tweede Wereldoorlog met de hedendaagse situatie.



Afbeelding B11.1. De situatie in 1939. Bron: Topotijdreis 1939.



Afbeelding B11.2: De situatie in 2019. Bron: Topotijdreis 2019.

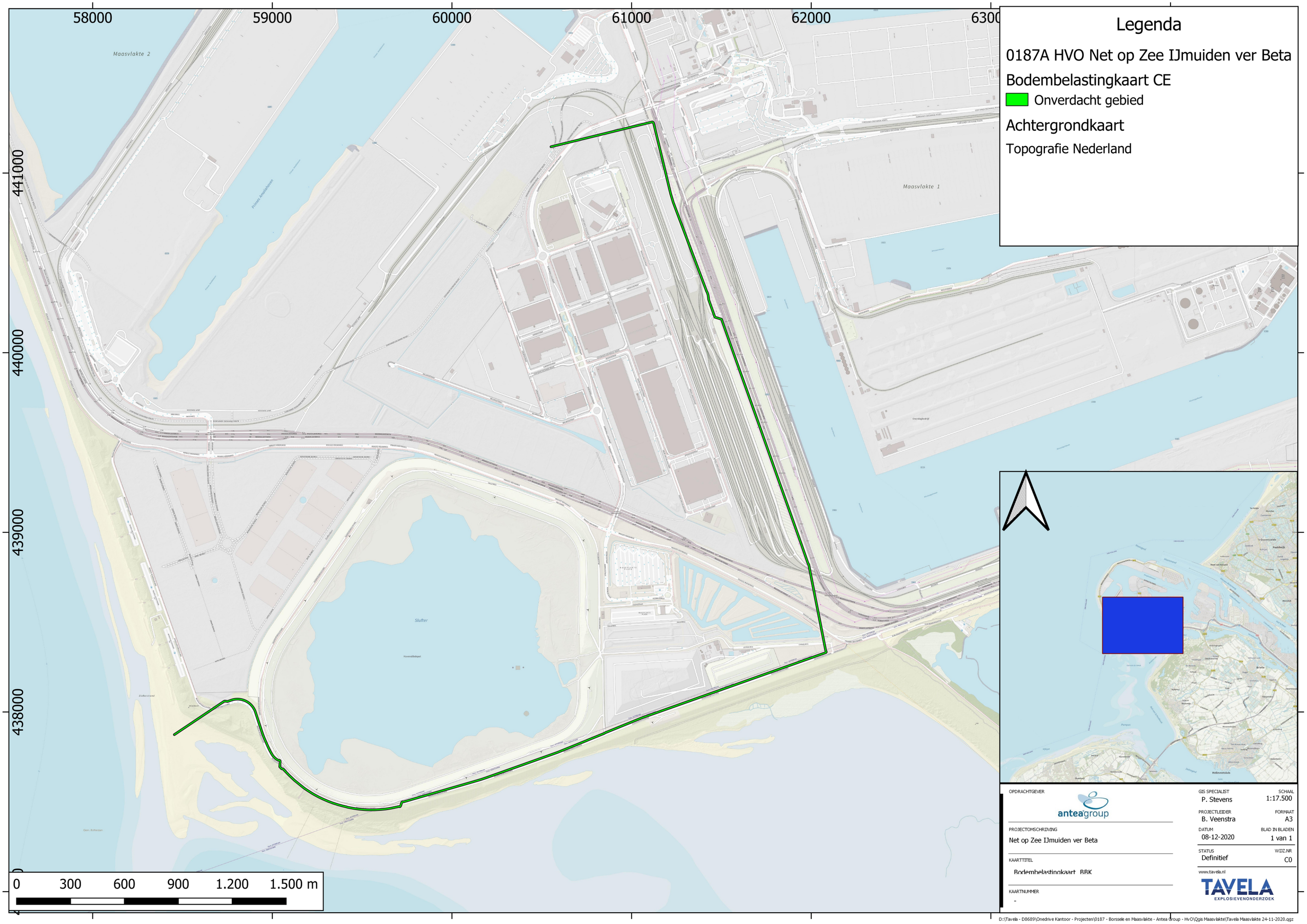
Bijlage 12: Overzicht gebeurtenissen

Geen gebeurtenissen weer te geven.

Bijlage 13: Feiten inventarisatiekaart

Geen gebeurtenissen weer te geven.

Bijlage 14: CE- Bodembelastingkaart



Legenda

0187A HVO Net op Zee IJmuiden ver Beta

Bodembelastingkaart CE

Onverdacht gebied

Achtergrondkaart

Topografie Nederland

OPDRACHTGEVER

anteagroup

PROJECTOMSCHRIJVING

Net op Zee IJmuiden ver Beta

KAARTTITEL

Bodembelastingkaart BBK

KAARTNUMMER

-

GIS SPECIALIST: P. Stevens

SCHAAL: 1:17.500

PROJECTLEIDER: B. Veenstra

FORMAAT: A3

DATUM: 08-12-2020

BLAD IN BLADEN: 1 van 1

STATUS: Definitief

WIJZ.NR: C0

www.tavela.nl

TAVELA EXPLOSIEVENONDERZOEK

D:\Tavela - D8689\Onedrive Kantoor - Projecten\0187 - Borssele en Maasvlakte - Antea Group - HvO\Qgis Maasvlakte\Tavela Maasvlakte 24-11-2020.qgz

Bijlage 15: Protocol toevalstreffer

Aantreffen 'vermoedelijk' explosief

1. Het object niet beroeren
2. Ter plaatse eventueel de werkzaamheden staken
3. Afzetten/markeren locatie (circa 5 meter rondom object)
4. Omstanders, opdrachtgever en bouwmanager attenderen/informeren
5. De opdrachtnemer informeert de politie (telefoonnummer 0900 – 88 44)
6. De politie stuurt een explosievenverkenner ter beoordeling wel/geen explosief
7. De politie geeft de melding door aan de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD) en bepaalt de urgentie voor de ruiming van het vermoede explosief
8. De ruimploeg van de EOD komt vervolgens om het explosief onschadelijk te maken

Bijlage 16: . Definitie en uitleg (sub-) soorten Conventionele Explosieven

Algemeen

In totaal worden er 16 hoofdgroepen CE onderscheiden. De meest voorkomende hoofdgroepen worden hieronder kort omschreven.

Klein kaliber munitie

Definitie: munitie voor wapens met een kaliber < 20 mm.

Uitleg: klein kaliber munitie is een verzamelnaam bedoeld voor alle munitie van handvuurwapens zoals revolvers, pistolen, geweren, machinegeweren en dergelijke.



Afbeelding: Brits machinegeweer Bren MkII



Afbeelding: Klein Kaliber Munitie (KKM), kaliber .303 (7,69 mm)

Handgranaten

Definitie: een lichaam al of niet voorzien van springstof en voorzien van een ontsteker bedoeld om met de hand te werpen.

Uitleg: een handgranaat bestaat uit een lichaam, meestal vuistgrootte, vaak voorzien van een beugel en veiligheidspin, dat al of niet is gevuld met een spring-, een chemische-, een pyrotechnische- of kruitlading. Een handgranaat is voorzien van een ontsteker met het doel te detoneren, brand te stichten, een rookgordijn te leggen, etc. Dit is afhankelijk van de soort handgranaat en haar vulling.



Afbeelding: Handgranaten

Geweergranaten

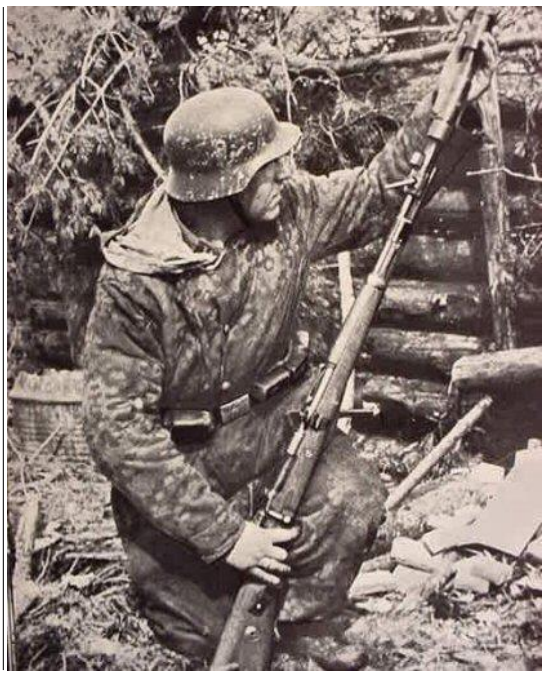
Definitie: een granaat bedoeld om met behulp van een geweer te verschieten.

Uitleg: een geweergranaat is betrekkelijk klein en meestal voorzien van een staartstuk. Het is een munitieartikel dat speciaal is ontworpen om met behulp van een geweer en een afvuur- c.q. scherpe patroon te worden verschoten.

De opbouw en gevechtslading van een geweergranaat is in het algemeen te vergelijken met de opbouw van die van handgranaten. Geweergranaten hebben een groter bereik dan handgranaten.



Afbeelding: Duitse geweergranaten.



Afbeelding: het verschieten van een geweergranaat

Granaatwerpers

Definitie: munitieartikelen die met een speciaal wapensysteem worden verschoten, gelanceerd of weggeslingerd.

Uitleg: munitie voor granaatwerpers verschilt van geweergranaten in die zin, dat zij een speciaal wapensysteem hebben om verschoten of gelanceerd te worden. Ook zijn ze groter dan geweergranaten. Het gebruik van de speciale afschiet- of lanceerinrichting werd niet direct geaccepteerd in militaire kringen, omdat dit inhield dat de militair een extra wapen moest dragen, meestal ten koste van zijn persoonlijke handvuurwapen. Op het slagveld bleken deze lanceerinrichtingen echter zeer doeltreffend te zijn, aangezien hiermee de vuurkracht van een kleine eenheid vergroot werd. Bovendien konden allerlei soorten granaten nauwkeurig gericht en verschoten worden op diverse vijandelijke doelen op uiteenlopende afstand. Munitie voor granaatwerpers heeft meestal een herkenbaar staartstuk.



Afbeelding: Engelse granaatwerpers (PIAT)



Afbeelding: Duitse granaatwerpers

Raketwerpers

Definitie: munitieartikelen die na te zijn afgevuurd tijdens de vlucht worden voortgestuwd door een raketmotor.

Uitleg: raketten zijn te herkennen aan een raketmotor met daarin een venturi (uitstroomopening). Anders dan hedendaagse geleide raketten waren deze raketten na het lanceren niet meer bestuurbaar. Bij de Amerikanen werd de Bazooka gebruikt en bij de Duitsers de Panzerschreck.

N.B. Voor raketten die werden afgevuurd door vliegtuigen zie lucht-gronddoelraketten.



Afbeelding: Amerikaanse Bazooka



Afbeelding: Duitse Panzerschreck

Geschutmunitie

Definitie: munitie voor diverse soorten vuurmonden met een kaliber van 20 mm of groter.

Uitleg: geschutmunitie is een verzamelnaam voor verschillende soorten munitie gebruikt voor b.v. kanonnen en mortieren. Hieronder vallen bijvoorbeeld granaten, mortiergranaten, terugstootloze vuurmonden (TLV's), maar ook hulzen e.d.



Afbeelding: Duitse 10,5 cm granaat



Afbeelding: 3 inch (= 7.62 cm) brisantgranaat

Mijnen(velden)

Definitie: een hoofdlading, al of niet in een omhulsel, voorzien van een ontsteker, in of op een terrein of gebied aangebracht om te hinderen, schade toe te brengen of buiten gevecht te stellen en dat door het te treffen doel wordt geactiveerd.

Uitleg: hoewel andere vormen voorkomen, hebben landmijnen vaak een ronde (schijf)vorm. Anti- personeelsmijnen zijn meestal zo groot als een schoenpoetsdoosje, terwijl anti-tankmijnen zo groot zijn als een wiel. Mijnen worden in of op het terrein (of ander gebied) aangebracht om de toegang tot en het gebruik van bepaalde terreingedeelten te ontzeggen, de vijand te hinderen in zijn beweging en/of de vijand buiten gevecht te stellen. Mijnen uit de Tweede Wereldoorlog waren vaak voorzien van een drukontsteker. Moderne mijnen kunnen voorzien zijn van ontstekers met sensoren, zodat deze reageren op licht, geluid, trilling, warmte, e.d.



Afbeelding: Duitse anti-tank Tellermine.42



Afbeelding: Duitse anti-tank Riegelmine 43

Afwerpmunitie

Definitie: munitieartikelen, bedoeld om vanuit een vliegtuig te worden afgeworpen.

Uitleg: bommen komen voor in allerlei vormen en maten. De meeste bommen hebben een cilindrisch of sigaarvormig lichaam met een springstoflading (brisantbommen). Verder komen chemische en pyrotechnische ladingen voor (brand- en fotoflitsbommen). Bommen komen tot uitwerking in de lucht of bij inslag (direct of na het verlopen van een tijd) of na indringen. Om de beoogde uitwerking te verkrijgen kunnen bommen voorzien zijn van een grote verscheidenheid aan ontstekingsmechanismen. De meest voorkomende zijn de direct werkende of (lange) vertraging ontstekers.



Afbeelding: opslag 500lbs (= 227 kg) bommen



Afbeelding: 500lbs bom in Zwolle

Lucht-gronddoelraketten

Definitie: munitieartikelen die na te zijn afgevuurd tijdens de vlucht worden voortgestuwd door een raketmotor.

Uitleg: raketten zijn te herkennen aan een raketmotor met daarin een venturi (uitstroomopening). Anders dan hedendaagse geleide raketten waren deze raketten na het lanceren niet meer bestuurbaar.

De Britse 60-lbs raket werd voornamelijk vanuit jachtbommenwerpers afgevuurd op tanks, treinen, voertuigen en gebouwen.



Afbeelding: Engelse Semi Armour Piercing (SAP) 60 lbs (= 27 kg) vliegtuigraketten

Bijlage 17. Uitgangspunten horizontale afbakening (WSCS-OCE Tabel 3)

Indicatie	Algemene omschrijving	Verdacht	Onverdacht	Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
Verdedigingswerk	Groepering van wapenopstellingen en/of geschutsopstellingen, rondom afgezet met een versperwww ring (bijvoorbeeld weerstandskern of steunpunt).	X		Het grondgebied binnen de grenzen van het verdedigingswerk is verdacht. De grenzen worden bij voor- keur bepaald aan de hand van georefereerde luchtfoto's.
Wapenopstelling	Opstelling van handvuurwapen, machinegeweer of andere (semiwww) automatisch wapen, niet zijnde onwww derdeel van een verdedigingswerk.			Locatie van de wapenopstelling.
Geschutopstelling (statisch en mobiel)	Locatie van geschut, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.	X		25 meter rondom het hart van de geschut-opstelling, maar niet verder dan een eventueel aangrenzende watergang.
Munitieopslag in open veld	Locatie van munitievoorraad in het open veld, niet zijnde binnen een verdedigingswerk.	X		Locatie van de veldopslaglocatie.
Loopgraaf	Militaire loopgraaf.	X		Het gebied binnen de contouren van de loopgraaf is verdacht, bij voorkeur bepaald aan de hand van georefereerde luchtfoto's.
Tankgracht of Tankgeul	Een diepe (al dan niet droge) gracht of geul met steile wanden, aangebracht om pantservoertuigen tegen te houden.		X	Niet verdacht, tenzij er aanwijzingen zijn dat er mogelijk munitie in gedumpt is.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenlegrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MMOD géén landmijnen aangetroffen.		X	n.v.t.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenlegrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MMOD, of bij naoorlogse activiteiten landmijnen aangetroffen.	X		De grenzen zoals aangegeven in het ruimrapport.
Mijnenveld	Geregistreerd mijnenveld, waarvan mijnenlegrapport aanwezig is. Alle volgens het legrapport gelegde landmijnen zijn geruimd.		X	n.v.t.
Mijnenveld	Geregistreerd mijnenveld waarvan mijnenlegrapport aanwezig is. Niet alle volgens het mijnenlegrapport gelegde landmijnen zijn geruimd. Geen feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermist.	X		De grenzen zoals aangegeven in het mijnenlegrapport en/of ruimrapport.
Mijnenveld	Mijnenlegrapport aanwezig. Niet alle volgens het legrapport gelegde landmijnen zijn geruimd. Feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermist.		X	n.v.t.
Versperringen	Versperringen, zoals strand-versperringen en Drakentanden.		X	Tenzij er indicaties zijn dat CE onderdeel uitmaken van de versperring.
Infrastructuur zonder geschutsopstelling of munitievoorraad	Militaire werken zoals woon-onderkomen of werken met een burgerdoel zoals schuilbunker.		X	Tenzij er indicaties zijn op CE van- wege de aanwezigheid van nabij verdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Schuilloopgraaf	Loopgraaf voor burgerbevolking om in te schuilen.		X	n.v.t.
Kampementen	Grondgebied met onderkomens zoals tenten.		X	Tenzij er indicaties zijn op CE vanwege de aanwezigheid van munitie-opslag of nabij-verdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Mangat	Gat in grond met schuilfunctie, niet in gebruik genomen als schuttersput.		X	n.v.t.
Vernielingslading	Locatie van aangebrachte vernielingslading.	X		Locatie van de vernielingslading.
Artillerie-, mortier- of raketbeschieting	Gebied dat is beschoten door mobiel of vast geschut, mortieren of grondgebonden (meervoudig) raketwerpersysteem.	X		Situationeel te bepalen.
Raketbeschieting inslagenpatroon bekend	Gebied dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers.	X		Op basis van een analyse van het inslagen-patroon wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslag-patroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dat is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindganger binnen het inslagenpatroon.
Inslagpunt blindgan- ger, zijnde een vliegtuigbom	Vliegtuigbom die niet in werking is getreden.			Te bepalen volgens rekenmethode waarin ten minste rekening wordt gehouden met de volgende parameters: de afwerphoogte, de afwerp-snelheid, het gewicht van de bom, de diameter van de bom en de weerstand van de bodem. Op basis van in ieder geval deze vijf parameters wordt berekend tot welke diepte CE theoretisch kunnen indringen en hoe ver de maximale horizontale verplaatsing is.
Crashlocatie vliegtuig	Aanwezigheid van CE vanwege de crash.	X		Situationeel te bepalen.
Krater van gedetoneerde incidentele luchtafweergranaat	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een incidentele luchtafweergranaat bevindt.		X	Tenzij er indicaties zijn dat het geen incidentele luchtafweergranaat be- treft.
Inslagpunt van een V- 1 wapen	Gebied dat is getroffen door de in- slag van een V-1 wapen.	X		15 meter rondom een inslagpunt vanwege de mogelijke horizontale verplaatsing onder de grond.
Krater van een (gedeeltelijk) gedetoneerd V-1 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-1 wapen bevindt.	X		50 meter rondom een inslagpunt vanwege de mogelijke aanwezigheid van explosieve componenten.
Krater van een (gedeeltelijk) gedetoneerd V-2 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-2 wapen bevindt.	X		Situationeel te bepalen.
Dumplocatie van mu- nitie en/of toebeho- ren	Dumplocatie van CE en/of toebehoren in landbodem of op waterbodem.	X		Locatie van de dump en afbakening verder situationeel te bepalen, bij- voorbeeld dumping in stilstaand of stromend water.
Ongecontroleerde (massa)explosie	(Sympathische) detonatie van een explosieven voorraad zoals ontploffing munitieopslag of munitie trein.			Situationeel te bepalen.
Vernietigingslocatie voor CE	Eén of meerdere springputten.	X		De contour(en) van de springput(ten) en afbakening verder situationeel te bepalen, bijvoorbeeld gelet op de afstand van eventuele uitgeworpen CE buiten deze contour(en).
Vernielingslading (in werking gesteld)	Locatie van in werking gestelde vernielingslading, waarbij de mogelijkheid bestaat op het aantref- fen van niet (geheel) gedetoneerde springlading(en).	X		Locatie waar de vernielingslading in werking is gesteld en afbakening verder situationeel te bepalen.
Tapijtbombardement	Gebied dat is getroffen door een bombardement met middelzware en/of zware bommenwerpers, met als doel om schade aan te richten over een groot gebied.	X		Op basis van een analyse van het inslagenpatroon[1] wordt de maxi- male afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslagpatroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste insla- gen van het inslagenpatroon. Dat is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindganger binnen het inslagenpatroon.
Duikbombardement op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 181 meter gemeten vanuit het hart van het doel.[2/3]
Duikbombardement op zgn. 'Line Target', inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 91 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn.[2/4]
Raketbeschieting op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 108 meter gemeten vanuit het hart van het doel.[2/5]
Raketbeschieting op zgn. 'Line Target, inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn of treinstel op deze spoorlijn te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 80 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn.[2/6]

1) Verzameling van de locaties van inslagen van één bepaald toestel of één bepaald bombardement.
2) Afstanden zijn afkomstig van een Britse studie (empirisch onderzoek) naar de accuratesse bij aanvallen door eenmotorige duikbom- menwerpers gedurende de periode oktober 1944 – april 1945 (AIR 55/322).deze duikbombardementen is niet in de studie meegenomen. Eventueel effect van vijandelijk luchtafweer tijdens
3) De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50% van de vliegtuigbommen binnen 119 meter neer is gekomen en de maximaal gemeten afstand t.o.v. het doel 181 meter was.
4) De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50 % van de vliegtuigbommen binnen 46 meter neer is gekomen en de maximaal afstand t.o.v. het doel 91 meter was.
5) De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel (gebouwen) waarbij opgemerkt moet worden dat de gemiddelde spreiding van de raketten t.o.v. het middelpunt van een salvo 69 meter was, en dat de gemiddelde afstand van het middelpunt van een salvo t.o.v. het doel 39 meter was.
6) De genoemde afstand is de maximale afstand gemeten n.a.v. luchtfoto-interpretatie.

Bijlage 18. WSCS-OCE Certificaat Tavela



TAVELA B.V.

te Zwolle

KvK-nummer: 73373648

Het managementsysteem van **TAVELA B.V.** en de toepassing daarvan voldoet aan de eisen zoals neergelegd in de norm:

Systeemcertificaat

Opsporen Conventionele Explosieven WSCS-OCE

Evaluatie van het managementsysteem heeft plaatsgevonden volgens het certificatiereglement van TÜV Nederland voor het toepassingsgebied:

Deelgebied A: Opsporing

Deze certificatie is onderworpen aan een jaarlijkse evaluatie door TÜV Nederland.

Registratienummer:	28337/1.2
Ingangsdatum certificaat:	29-07-2019
Certificaat geldig tot:	08-05-2022
Datum eerste certificaat:	08-05-2019

Managing Director
Dhr. E.W.A.C. Franken

TÜV Nederland
Ekkersrijt 4401
5692 DL Son en Breugel
T: +31 (0) 499 – 339 500
E: info@tuv.nl
W: www.tuv.nl

Aanwijzingsbeschikking Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid onder nummer: 2014-0000086668

1 / 1

Bijlage 19. Ontheffingen Wet Wapens en Munitie Tavela

Justis
Ministerie van Justitie en Veiligheid

DE MINISTER VAN JUSTITIE EN VEILIGHEID,

Kenmerk: OWM 2810

Gelezen het verzoek van 18 december 2018 van 'Tavela B.V.', gevestigd te Burgum, te dezen vertegenwoordigd door de heer B.A. Veenstra om verlening van een ontheffing op grond van artikel 4, eerste lid, van de Wet wapens en munitie, tot het voorhanden hebben en vervoeren van explosieven, zoals bedoeld in artikel 2, eerste lid, categorie II, onder 7, van de Wet wapens en munitie, alsmede munitie, zoals bedoeld in artikel 2, tweede lid, categorieën II en III, van de Wet wapens en munitie, ten behoeve van het verrichten van opsporingswerkzaamheden, zoals bedoeld in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit;

Gezien het advies van 7 maart 2019 van de politiechef van de regionale eenheid Noord-Nederland, namens de korpschef van de Nationale Politie (hierna de korpschef), waarin wordt geadviseerd de ontheffing te verlenen;

Gelet op het feit dat uit het verzoek van 'Tavela B.V.' en het bij de korpschef ingewonnen advies blijkt dat wordt voldaan aan de voorwaarden zoals gesteld in het Arbeidsomstandighedenbesluit en er derhalve een redelijk belang is bij het voorhanden hebben van explosieven van categorie II en munitie van de categorieën II en III;

Gelet op artikel 4, eerste lid, artikel 22, eerste lid en artikel 26, eerste lid, van de Wet wapens en munitie;

B e s l u i t :

I. Ontheffing, als bedoeld in artikel 4, eerste lid, van de Wet wapens en munitie, te verlenen aan:

Naam bedrijf	: Tavela B.V.
Adres	: Mr. Oppedijk van Veenweg 20e, 9251 GA
Vestigingsplaats	: Burgum

voor het voorhanden hebben en vervoeren van explosieven, zoals bedoeld in artikel 2, eerste lid, categorie II, onder 7, van de Wet wapens en munitie, alsmede munitie, zoals bedoeld in artikel 2, tweede lid, categorieën II en III, van de Wet wapens en munitie, ten behoeve van het verrichten van opsporingswerkzaamheden, zoals bedoeld in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit;

II. Aan te wijzen als beheerder van de bedoelde explosieven en munitie:

Naam	: Rijpers
Voornamen	: Albert Martinus Johannes
Geboortedatum	: 9 augustus 1963
Geboorteplaats	: Roosendaal en Nispen

GELDIGHEIDSDUUR VAN DE ONTHEFFING: tot 28 maart 2024

TAVELA
EXPLOSIEVENONDERZOEK

BEPERKINGEN:

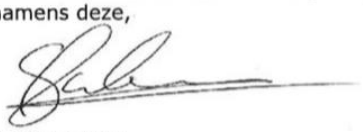
1. De ontheffing heeft betrekking op de werkzaamheden "het benaderen en – in afwachting van ruiming door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD) – tijdelijk veiligstellen van (onderdelen van) explosieven en munitie";
2. De onder 1 genoemde werkzaamheden dienen plaats te vinden overeenkomstig het Werkveldspecifiek certificatieschema voor het systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven van Bijlage XII, behorend bij Artikel 4.17f van de Arbeidsomstandighedenregeling (hierna het Certificatieschema);
3. De aangetroffen explosieven en munitie dienen – voor zover mogelijk - opgeslagen te worden in een speciaal daartoe ingerichte voorziening voor het tijdelijk veiligstellen van de situatie;
4. De voorziening voor het tijdelijk veiligstellen van de situatie dient voorzien te zijn van deugdelijk hang- en sluitwerk alsmede van een goedgekeurde alarminstallatie, die ten minste bestaat uit een geluidsignaal, lichtsignaal en een telefonische melding aan alarmdienst of de beheerder;
5. Het voorhanden hebben en vervoeren van de wapens en munitie is uitsluitend toegestaan aan de in deze ontheffing genoemde beheerders voor zover dit noodzakelijk is bij de uitoefening van hun werkzaamheden.

VOORSCHRIFTEN:

1. De in de ontheffing genoemde organisatie dient in het bezit te zijn van een procescertificaat opsporen conventionele explosieven, zoals bedoeld in artikel 4.10, tweede lid van het Arbeidsomstandighedenbesluit;
2. Het procescertificaat of een afschrift daarvan is op de arbeidsplaats aanwezig en wordt desgevraagd getoond aan de toezichthouder;
3. De in deze ontheffing genoemde beheerders dienen in het bezit te zijn van een door de korpschef verleend verlof;
4. Bij intrekking of opzegging van de ontheffing worden de ontheffing en de daarin genoemde explosieven en munitie onverwijld ingeleverd bij de korpschef;
5. Tijdens de benaderingswerkzaamheden dient op de projectlocatie minimaal één "Senior OCE-deskundige" zoals bedoeld in Bijlage 2c van het Certificatieschema aanwezig te zijn;
6. Bij verhuizing wordt door houder hiervan onverwijld kennis gegeven aan de korpschef en dient de ontheffing ter wijziging te worden aangeboden aan de Minister van Justitie en Veiligheid;
7. Bij wijziging van de beheerder(s) wordt hiervan onverwijld kennis gegeven aan de korpschef en dient de ontheffing ter wijziging te worden aangeboden aan de staatssecretaris van Veiligheid en Justitie;
8. De houder van de ontheffing houdt zich strikt aan de bepalingen, gesteld bij of krachtens de Wet wapens en munitie, alsmede aan de in de ontheffing genoemde beperkingen en voorschriften;
9. De houder van de ontheffing dient uiterlijk drie maanden voor afloop van de geldigheidsduur een aanvraag ter verlenging bij de Minister van Justitie en Veiligheid in te dienen.

Den Haag, 28 maart 2019,

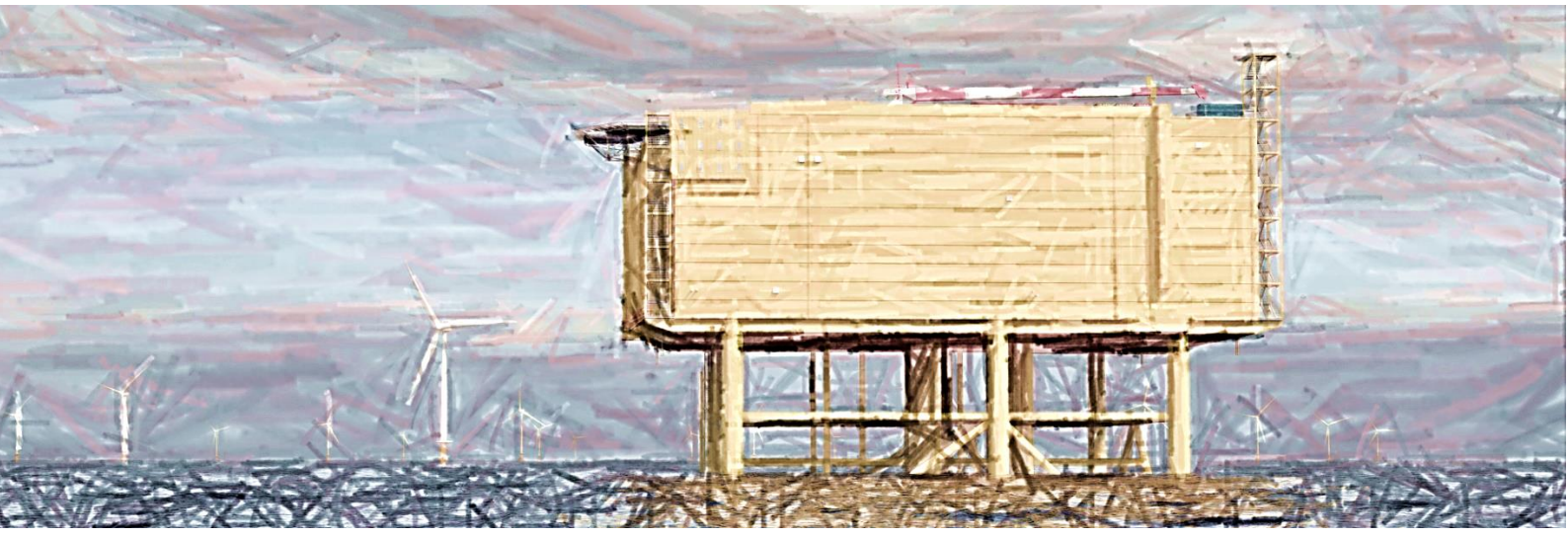
De Minister van Justitie en Veiligheid,
namens deze,



S. Gobardhan
Operationeel manager V&T

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage XII-B Hoogwaterveiligheidstoets



Datum: 04-06-2020
Versienummer: -
Status: Definitief

In opdracht van van:

1 Overstromingsrisico op locaties converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta

1.1 Samenvatting converterstation Maasvlakte

Tabel 1-1 Score alternatieven converterstation Maasvlakte

Criteria thema overstromingsrisico	Alternatief Maasvlakte Noord	Alternatief Maasvlakte Midden	Alternatief Maasvlakte Zuid
Overstromingskans			
Buitendijks[1]	1/10.000	1/10.000	1/10.000
Binnendijks[2]			
Waterdiepte (bij bovenstaande kans en huidig maaiveld)	0,49 - 0,59 m	tot 0,39 m (een deel van het maaiveld op deze locaties is hoger dan de waterstand en voldoet dus wel)	0,19 - 0,24 m
TOTAAL thema	Voldoet niet aan eisen TenneT	Voldoet niet aan eisen TenneT	Voldoet niet aan eisen TenneT

[1] gehanteerde kans op waterstand bij buitendijkse locatie conform beleid TenneT (zie paragraaf 1.4.1).

[2] faalkans op basis van de studie VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) met update van uitgevoerde of nog binnenkort uit te voeren versterkingen

1.2 Samenvatting converterstation Simonshaven

Tabel 1-2 Score alternatief converterstation Simonshaven

Criteria thema overstromingsrisico	Alternatief Biertsedijk
Overstromingskans	
Buitendijks[1]	
Binnendijks[2]	1/400[3]
Waterdiepte (bij bovenstaande kans en huidig maaiveld)	2 tot 3 m
TOTAAL thema	Voldoet niet aan eisen TenneT

[1] gehanteerde kans op waterstand bij buitendijkse locatie conform beleid TenneT zie paragraaf 1.4.1.

[2] faalkans op basis van de studie VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) met update van uitgevoerde of nog binnenkort uit te voeren versterkingen

[3] de primaire waterkering is opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (Programmabureau HWBP, 2019) en momenteel is sinds 2018 tot begin 2020 de verkenningsfase bezig en is de verwachting dat de realisatie van de dijkversterking in 2025 is afgerond, waarna de overstromingskans kleiner is dan 1/10.000 per jaar. Ook dan moet het maaiveld nog worden opgehoogd om aan de eis te voldoen van een maximale overstromingsdiepte van 2,5 m conform beleid TenneT (zie paragraaf 1.4.1).

1.3 Indicatie van locaties met mitigerende maatregel: ophogen

Om het maaiveld van de converterstations droog te houden zijn meerdere mitigerende maatregelen te bedenken. Een logisch en vaak toegepaste maatregel is het ophogen van het huidige maaiveld. In de onderstaande Tabel 1-3 en Tabel 1-4 is de minimaal benodigd geachte ophoging opgenomen om te voldoen aan de eisen zoals die zijn opgenomen in het beleid van TenneT (zie paragraaf 1.4.1). Deze minimaal benodigde hoogte is gelijk aan de eerder vermelde waterdiepte op basis van de waterstand van het aangrenzende water te vergeleken met het huidige maaiveld (uit het Algemeen Hoogtemodel AHN3). Deze ophoging is ter indicatie. Aanbevolen wordt om deze in het ontwerpproces nauwkeuriger te bepalen (rekening te houden met onzekerheden, bodemdaling, omliggend terrein en dergelijke).

Tabel 1-3 Minimaal benodigd geachte ophoging alternatieven converterstation Maasvlakte z.d.d. overstromingskans kleiner wordt dan 1/10.000 per jaar

	Alternatief Maasvlakte Noord	**Alternatief Maasvlakte Midden**	**Alternatief Maasvlakte Zuid**
Minimaal benodigde ophoging	0,49 - 0,59 m	tot 0,39 m (heeft betrekking op een deel van de locatie)	0,19 - 0,24 m
TOTAAL thema	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT

Tabel 1-4 Minimaal benodigd geachte ophoging alternatief converterstation Simonshaven z.d.d. overstromingskans kleiner wordt dan 1/10.000 per jaar na uitvoering geplande dijkversterking in 2025

	Alternatief Biertsedijk
Minimaal benodigde ophoging	Tot 0,50 m
TOTAAL thema	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT

1.4 Toelichtende onderbouwing bij de overstromingsrisico-analyse

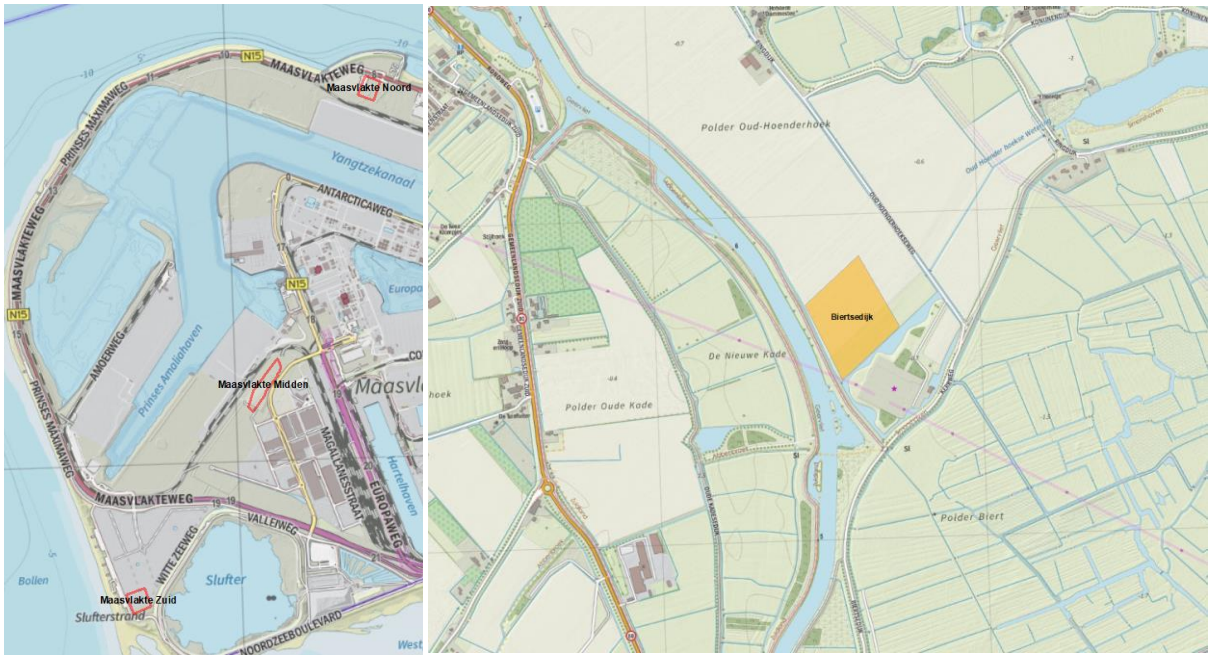
1.4.1 Inleiding

Voor de beoogde converterstationlocaties is op het thema overstromingsrisico het risico op overstromen in kaart gebracht. Daarbij is gekeken naar de kans van de mogelijke overstromingen vanaf het aangrenzende watersysteem zoals zee of rivier én de optredende waterdiepte.

Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn de volgende locaties (zie tevens Figuur 1-1) onderscheiden:

- Maasvlakte, 3 locaties, namelijk:
    1. Maasvlakte Noord (buitendijks)
    2. Maasvlakte Midden (buitendijks)
    3. Maasvlakte Zuid (buitendijks)

- Simonshaven, 1 locatie, namelijk:
    1. Biertsedijk (binnendijks, dijkring 20)



Figuur 1-1 Indicatie locaties aanduiding voor beoogde converterstations

In de beoordeling is gebruik gemaakt van bestaande informatie en studies en is onderscheid gemaakt in binnendijkse en buitendijkse gebieden.

De binnendijkse gebieden zijn gebieden die binnen de dijken liggen, of formeel binnen de wettelijk vastgelegde primaire waterkeringen. De primaire waterkeringen zijn beschreven in de Waterwet (Ministerie I&M, overheid.nl, 2017). In de Waterwet zijn onder andere de normen vastgelegd waaraan de waterkering moet voldoen. De normen bevatten de maximaal toelaatbare overstromingskansen. Indien de waterkering niet voldoet (of dreigt niet te gaan voldoen) wordt er een dijkversterking ingepland, met als doel dat in 2050 alle waterkeringen voldoen aan de wettelijke norm. De wettelijke norm voor het overstromingsrisico is per gebied afgeleid en kan daardoor ook per gebied verschillen. Het huidige overstromingsrisico is in de studie Veiligheid Nederland in Kaart 2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014), voor het laatst in 2014 landsdekkend in kaart gebracht. Hieruit volgt de kans op overstromen en het gevolg (in waterdiepte en bijbehorende schade en slachtoffers) samen het overstromingsrisico. Dit beeld dient genuanceerd te worden met lopende en reeds geplande versterking van de waterkering.

Voor buitendijkse gebieden is er geen bescherming door een primaire waterkering. Dergelijke gebieden liggen doorgaans hoger zodat er niet direct gevaar voor overstroming ontstaat. Indien de waterstand echter hoger wordt, leidt dat alsnog tot overstroming. Voor de effectbeoordeling is de te verwachten waterstand bepaald met het rekenmodel Hydra-NL (versie 2.4.1 onderdeel van het vigerende Wettelijke Beoordelingsinstrumentarium dat valt onder de Regeling veiligheid primaire waterkering 2017 (Ministerie I&M, Regeling veiligheid primaire waterkering 2017, 2016). Rekening houdend met het KNMI2006 W+ klimaatscenario (o.a. 25cm zeespiegelstijging in 2050 t.o.v. 2017 en 75 cm zeespiegelstijging in 2100 t.o.v. 2017). Deze zeewaterstand is vergeleken met de huidige maaiveldhoogte (op basis van het AHN3, Algemeen Hoogtemodel Nederland 3), zonder rekening te houden met toekomstige ophogingen cq. mitigerende maatregelen of wateroverlast door eventuele

golfoverslag op de kade. Indirecte uitval van aan- of afvoer van werknemers, goederen en/of elektriciteit is niet meegenomen in de beschouwing.

Voor de binnendijkse analyse is de huidige overstromingskans bepaald en de daarbij behorende waterdiepte ter plaatse van het converterstation.
Voor de buitendijkse analyse is de waterstand in 2070 (2028-2030 IJmuiden Ver Beta in bedrijf + 40 jaar levensduur) afgeleid voor de 1/10.000 per jaar conditie, conform het beleid van TenneT.

Het TenneT beleid voor nieuwe stationslocaties is als volgt samen te vatten:
Bij stationslocaties voor nieuwbouw van stations moet gestreefd worden naar realisatie van deze stations op een locatie die (volgens peiljaar 2020):

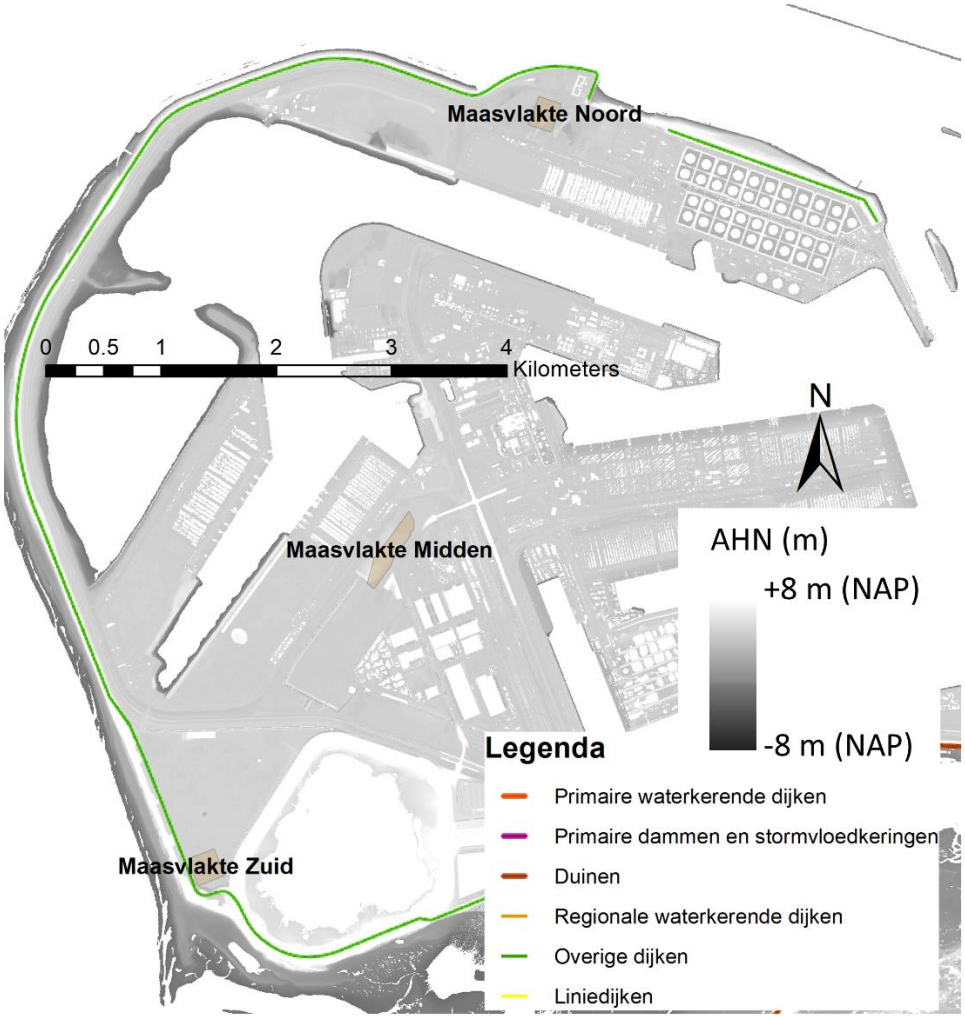
1. Niet overstroombaar is, of;
2. Een maximale overstromingsdiepte van +2,5 meter boven stationspeil heeft, en;
3. Een overstromingskans kent met een lagere kans van voorkomen dan 1/10.000 per jaar.

Afwijking is mogelijk indien gemotiveerd aangetoond wordt dat realisatie elders minder wenselijk of maatschappelijk onverantwoord is en realisatie in dit gebied ook uitvoerbaar kan worden gemaakt door het treffen van maatregelen.

In de eindbeoordeling is beoordeeld of de huidige overstromingskans kleiner is dan 1/10.000 per jaar én de overstromingsdiepte kleiner of gelijk is aan 0 meter. (Bij een overstromingskans van 1/10.000 per jaar en een bijbehorende optredende waterdiepte van bijvoorbeeld 0,94 meter kan in het ontwerp bijvoorbeeld een ophoging van het station worden overwogen en rekening worden gehouden met toegankelijkheid en bediening van het station en toekomstige klimaatveranderingen. Dergelijke mogelijke mitigerende maatregelen en overwegingen zijn niet meegenomen in de onderliggende beoordeling.)

1.4.2 Analyse Maasvlakte buitendijkse converterstationlocaties

- Maasvlakte, 3 locaties (zie tevens Figuur 1-2), namelijk:
    1. Maasvlakte Noord (buitendijks)
    2. Maasvlakte Midden (buitendijks)
    3. Maasvlakte Zuid (buitendijks)

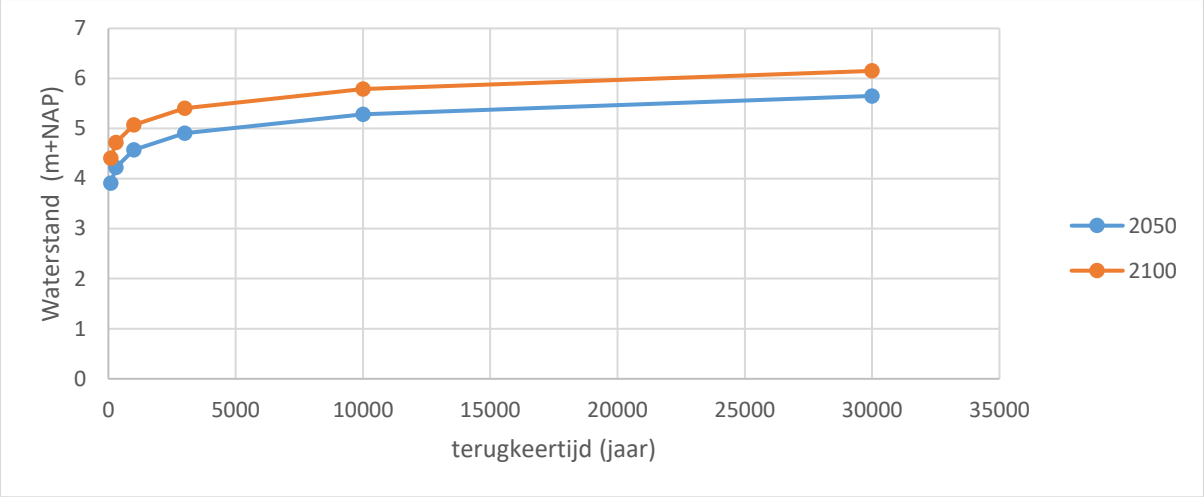


Figuur 1-2 Locatie converterstations Maasvlakte met indicatie van hoogteligging

De buitendijkse terrein voor de locaties Maasvlakte liggen op een hoogte van:

- Maasvlakte Noord = NAP +4,80 tot 5,00 m
- Maasvlakte Midden = NAP +5,10 tot 7,00 m
- Maasvlakte Zuid = NAP +5,20 tot 5,30 m

Deze worden bedreigd door water vanuit de Noordzee. De 1/10.000 per jaar waterstand voor 2070 bedraagt NAP +5,49 m (Hydra-NL, locatie HK_3_hy01-00006/ HK_3_14-5_hy01_00006), door middel van een lineaire interpolatie tussen de waterstanden 2050 en 2100, zie Figuur 1-3.



Figuur 1-3 Berekende waterstanden ten opzichte van de terugkeertijd

De 1/10.000 per jaar waterstand is in 2070 daarmee:

- Maasvlakte Noord: 0,49 tot 0,69 m hoger dan het aanwezige maaiveld
- Maasvlakte Midden: 0,39 hoger tot 1,51 m lager dan het aanwezige maaiveld
- Maasvlakte Zuid: 0,19 tot 0,29 m hoger dan het aanwezige maaiveld

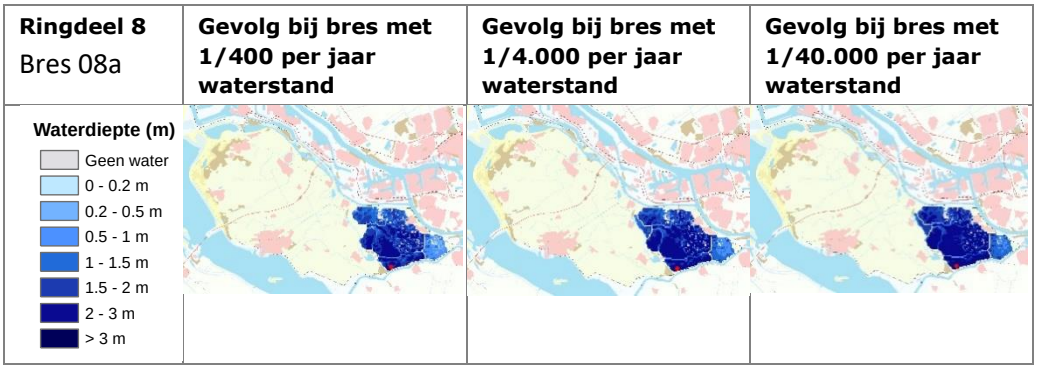
Deze locaties voldoen daarmee niet aan het TenneT-beleid, want bij een faalkans van 1/10.000 per jaar overstromen deze locaties (locatie Maasvlakte midden deels) . Om wel aan het beleid te voldoen kan bijvoorbeeld het maaiveld opgehoogd worden.

1.4.3 Analyse Simonshaven binnendijkse converterstationlocatie

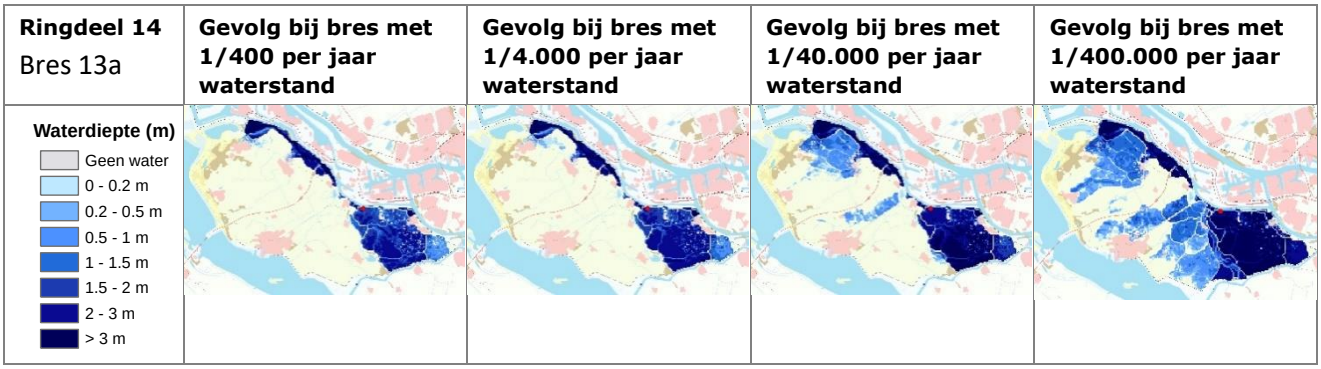
- Simonshaven:
    1. Biertsedijk (binnendijks, dijkring 20)

De locatie Biertsedijk ligt binnendijks, in dijkring 20, Voorne-Putten. In de vigerende Waterwet is de dijkring opgedeeld in vier dijktrajecten (20-1, 20-2, 20-3 en 20-4). Waarbij elk dijktraject afzonderlijk is genormeerd. Het dijktraject 20-4 (dat bescherming biedt tegen overstromingen vanuit het Haringvliet) heeft een maximaal toelaatbare overstromingskans van 1/300 per jaar. De overige drie dijktrajecten hebben een maximale overstromingskans van 1/10.000 per jaar en bieden bescherming tegen het water dat in directe verbinding staat met de Noordzee (in de vorige Waterwet was er aan de gehele dijkring een overschrijdingskansnorm van 1/4.000 per jaar toegekend voor de te keren waterstand).

De berekende overstromingskans (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) van de gehele dijkring is groter dan 1/100 per jaar. Voor de locatie Biertsedijk zijn in principe alleen de overstromingen relevant die tot aan die locatie komen. Gezien de diverse compartimenterende dijken in het gebied zijn er twee delen van de dijkring (zogenaamde ringdelen) waarbij, bij een doorbraak, er ook water zal komen op de locatie Biertsedijk, namelijk ringdeel 8 en ringdeel 14, respectievelijk Figuur 1-4 en Figuur 1-5.



Figuur 1-4 Maximale waterdiepte bij een doorbraak (cq. bres) van ringdeel 8 bij een bepaalde waterstand, bron: (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014)



Figuur 1-5 Maximale waterdiepte bij een doorbraak (cq. bres) van ringdeel 14 bij een bepaalde waterstand bron: (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014)

In de VNK2 studie is naast de overstromingskans van de gehele dijkring ook de overstromingskans van de verschillende ringdelen berekend. De grootse faalkans (circa 1/400 per jaar) betrof ringdeel 8 met een bres aan het Spui met bovenstaande gevolgen bij een dergelijke faalkans. Ten tijden van de studie VNK2 stond een dijkversterking al wel in de planning, maar was het definitieve ontwerp nog niet gereed. Er is destijds een doorkijk gemaakt met de geplande verbeteringen en mogelijke dominante andere dijkvakken, maar ook daarmee bleef de faalkans relatief hoog. Dit beeld komt ook voort uit de “Beoordeling veiligheid primaire waterkeringen 2017-2023” (Bossenbroek, 2017). De opgave voor de versterking staat momenteel op het HoogWaterBeschermingsProgramma (HWBP). In het HWBP projectenboek 2020 (Programmabureau HWBP, 2019) is aangegeven dat de verkenningsfase loopt van 2018 tot begin 2020. De verwachting is dat de afronding van de realisatie in 2025 gereed is. De overstromingskans voldoet dan aan de wettelijke norm (1/10.000 per jaar, Waterwet). De werkelijk kans wordt dan nog aanzienlijk kleiner omdat in het ontwerp rekening gehouden wordt met toekomstige zwaardere hydraulische belastingen en onzekerheidstoeslagen zodat aan het eind van de levensduur nog precies aan de norm wordt voldaan.

Het maaiveld van de locatie Biertsedijk ligt met een maaiveldhoogte van -1,2 tot -0,90 m NAP relatief laag, waardoor bij het falen van de waterkering ook een grotere waterdiepte verwacht kan worden, dan de eerdere berekeningen van voor de versterking lieten zien. De waterdiepte zal indien toch een bres ontstaat naar verwachting 2 tot 3 m bedragen. (Daarmee ligt de waterdiepte rondom de eis van maximaal 2,5 m waterdiepte, zodat een verhoging van het maaiveld nodig is, zeker indien bodemdaling en verdere zeespiegelstijging in rekening wordt gebracht. In een verdiepende studie cq. het ontwerp kan hier rekening mee worden gehouden zodat de bandbreedte van de overstromingsdiepte mogelijk verkleind kan worden.)

1.5 Bronnen

Bossenbroek, J. (2017). *Beoordeling veiligheid primaire waterkeringen 2017-2013, Normtraject 20-3, Geervliet-Hekelingen* (Vol. 28 augustus 2017, Definitief v3.0). Waterschap Hollandse Delta.

Ministerie I&M. (2016). *Regeling veiligheid primaire waterkering 2017* (Vol. IENM/BSK-2016/283517).

Ministerie I&M. (2017). Opgehaald van overheid.nl: https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-07-01

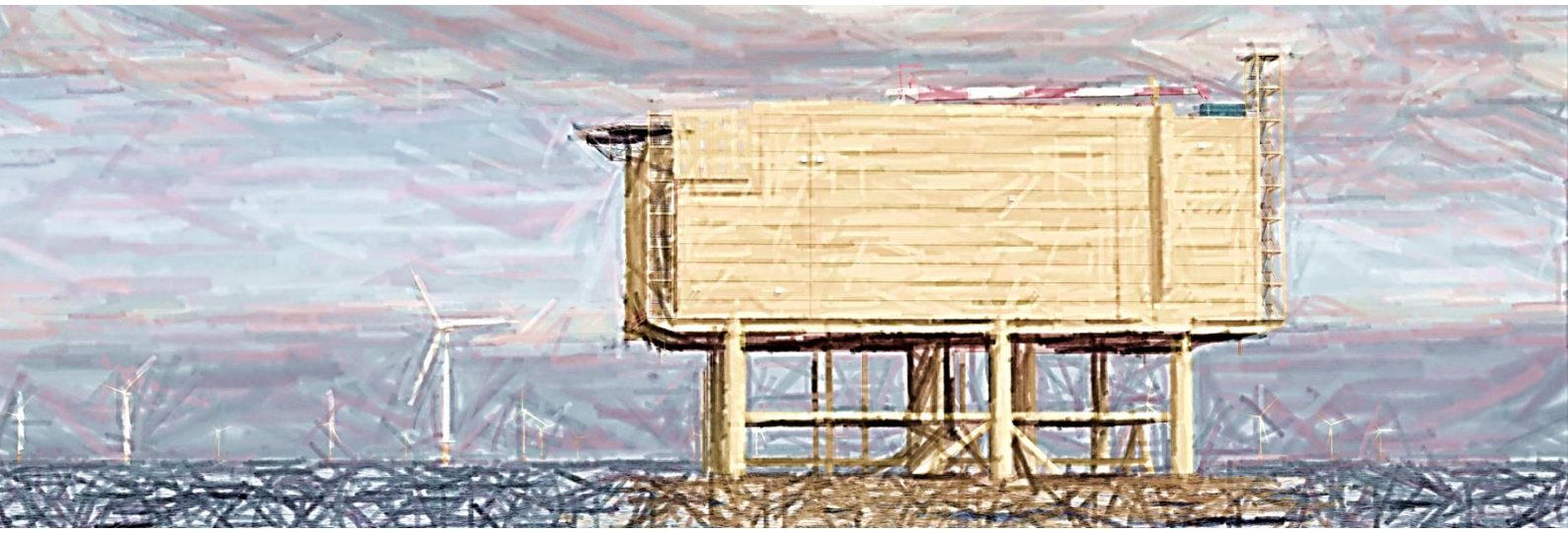
Programmabureau HWBP. (2019). *HWBP projectenboek 2020* (Vol. 14 november 2019).

Reen, M. v. (2015). *Water onder hoogspanning, Pilotstudie overstromingsrisico Zuid-Beveland.* Arcadis.

Rijkswaterstaat projectbureau VNK. (2014). *De veiligheid Nederland in kaart.* Opgehaald van http://wetswegwijzer.nl/downloads_helpdeskwater/VNK-Rapport-HR.pdf

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XII-C Elektromagnetische Velden Studie IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Memo

ONDERWERP
IJmuiden Ver Beta - Magneetveldzoneberekeningen Converterstation en AC-kabel

DATUM
29 juni 2021

PROJECTNUMMER
D04001.054059

ONZE REFERENTIE
D10032595:37

VAN
Made Satyadhira Madalila

AAN
Ron van den Thillart (TenneT)

KOPIE AAN
Martin van Essen

Tom Bogaert

1 Inleiding

TenneT onderzoekt de mogelijkheden voor het aansluiten van het offshore windpark IJmuiden Ver Beta op het landelijke hoogspanningsnet bij de Maasvlakte. Deze verbinding wordt Net op zee IJmuiden Ver Beta genoemd. Het offshore windpark wordt via een combinatie van ondergrondse HVDC (gelijkstroom)- en HVAC- (wisselstroom) verbindingen verbonden met het nieuw te bouwen 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven (MAH380)[1]. Om de HVDC-verbinding om te zetten in een 380kV-verbinding, wordt een DC/AC converterstation gebouwd.

TenneT heeft aan Arcadis magneetveldzoneberekeningen gevraagd voor de volgende objecten:

- AC-schakeltuin bij converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta.
- AC-kabelverbinding tussen converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta – 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven

Voor bovengrondse hoogspanningsverbindingen is in Nederland het beleidsadvies (VROM, 2005) van toepassing[2]. Dit beleidsadvies adviseert aan gemeenten, provincies en netbeheerders om zo veel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat ‘gevoelige bestemmingen’ vallen binnen de zone waar de jaargemiddelde veldsterkte hoger is dan 0,4 µT (microtesla). Voor ondergrondse hoogspanningsverbindingen en transformator-/(converter)stations is er op dit moment geen beleidsadvies. Aangezien bekend is dat mensen in de nabijheid van hoogspanningsinfrastructuur zich soms zorgen maken over magneetvelden, is er voor Net op zee IJmuiden Ver Beta gekozen om met dit memo inzicht te bieden in de magneetveldcontouren en -zones van de bovengenoemde twee objecten.

Het feit dat in deze rapportage 0,4 µT zones en –contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4 µT zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.

In het volgende hoofdstuk wordt de software waarmee de berekeningen zijn uitgevoerd nader toegelicht.

1 Zoals onder andere aangegeven in “Participatieplan project Net op zee IJmuiden Ver Beta”, 25 januari 2021

2 Advies met betrekking tot hoogspanningslijnen, Ministerie van VROM, kenmerk SAS/2005183118

2 Achtergrond Software

Deze paragraaf geeft enige achtergrond bij berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond complexere geometrieën, zoals de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver.

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- “Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen”, G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015.
- Het document “Afspraken over de rekenmethodiek voor de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding”, 3 november 2011.

2.1 Algemene uitgangspunten voor berekening magneetvelden

De volgende uitgangspunten liggen ten grondslag aan de berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond hoogspanningsstations:

1) De geometrie bestaat uit eindige, rechte lijnelementen (die willekeurig georiënteerd kunnen zijn).
2) De invloed van de bodem is verwaarloosbaar (deze heeft in het algemeen een dempend effect *naast* het station), conform de RIVM-handreikingen tot het berekenen van magneetvelden[3].
3) Specifiek voor magneetveldzoneberekeningen in de geest van de 0,4µT-contourbepaling wordt ervan uitgegaan dat alleen fasegeleiders stroom voeren; geaarde geleiders voeren geen stroom, ook dit conform de RIVM-handreikingen.
4) De bron van het magneetveld is stroom die door de lijnelementen vloeit.
5) Elk lijnelement krijgt een stroom toegekend, inclusief richting en klokgetal.
6) Specifiek betreffende de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver: De stromen zijn berekend op basis van het nominale transportvermogen van de DC-kabels.
7) Het magneetveld opgewekt door het tijdswisselend elektrisch veld **E** wordt verwaarloosd. Dat wil zeggen: In de wet van Ampère $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \varepsilon_0 \, \partial \mathbf{E} / \partial t$, de vierde der Maxwellvergelijkingen, domineert de term met de stroomdichtheid **J** de term met **E**. Hierin zijn μ_0 zijn de magnetische permeabiliteit van het vacuüm, ε_0 de permittiviteit van het vacuüm en **B** het magnetisch veld.

2.2 Theorie en implementatie

Bovengenoemde wet van Ampère kan als volgt worden omgeschreven voor het geval van stromen door ‘dunne’ geleiders,

$$\boldsymbol{B}(P) = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\boldsymbol{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

die bekend staat als de wet van Biot-Savart. Hierin is *I* de stroom door een infinitesimaal lijnelement ***dl*** en *r* de afstand tussen het observatiepunt *P* en het lijnelement. Tenslotte is $\hat{r}$ de eenheidsvector, dat wil zeggen: ***r*** genormaliseerd tot lengte 1. De integraal wordt genomen over alle stroomvoerende lijnelementen. In de praktische implementatie in de berekeningen is de integraal vervangen door een sommatie over eindige-lengte-lijnelementen. Rekening houdend met stroomrichtingen en klokgetallen kan voor ieder punt in de ruimte een tijdsafhankelijke magneetveldvector en een *rms*-waarde (*root mean square*) voor het magnetische veld worden uitgerekend. De berekeningen worden uitgevoerd voor een dicht raster. In de postprocessing worden contouren aangegeven, in het bijzonder de 0,4µT-contour.

2.3 Toepassingen in TenneT-projecten

Met de beschreven software zijn voor diverse projecten voor TenneT, magneetveld(zone)berekeningen succesvol uitgevoerd. Twee recente voorbeelden hiervan zijn Oudehaske 220+110kV (2018) en Oosteind 150kV Nieuwbouwstation (2020).

[3] In zoverre dat de invloed van de bodem niet genoemd wordt, ook niet in de vorm van toepassing van spiegelgeleiders (hetgeen accuraat zou zijn voor een oneindig goed geleidende bodem).

3 Magneetveldberekeningen IJmuiden Ver Beta

3.1 Ontvangen informatie

TenneT heeft Arcadis verschillende documenten en tekeningen verstrekt:

1. Indeling van converterstation Beta: Maasvlakte optie 1 met ingang aan de rechterkant op beta-perceel.pdf (Roskam, Albert. “Re: Tekeningen Beta en Gamma”. Ontvangen door Martin van Essen. 1 april 2021. E-mail correspondentie).
2. Algemene eisen van primaire installaties van TenneT (PVE.01.000 Primair).

3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

De magneetveldzoneberekening is zo veel als mogelijk uitgevoerd in de geest van de RIVM-handreiking en de afspraken over de rekenmethodiek voor kabels en hoogspanningsstations.

In onze berekening zijn drie vereenvoudigingen toegepast vanwege de karakteristiek van de stroom:

- De eerste vereenvoudiging is dat voor elk circuit dat wordt berekend, de berekening wordt uitgevoerd voor één stroom die maatgevend is voor de maximale jaarlijkse gemiddelde stroom.
- De tweede vereenvoudiging is dat de magneetveldzone van de AC-kabels wordt weergegeven door evenwijdige lijnen die bepalen hoe ver de 0,4 microtesla (µT) zone reikt aan weerszijden van de kabel.
- De derde vereenvoudiging is dat de stroom door het aardscherm van de AC-kabels of de bliksemdraden in het AC-schakeltuin niet in deze simulatie wordt meegenomen.

3.3 Model

In figuur 1 is de indeling van het converterstation van Net op zee IJmuiden Ver Beta en MAH 380 weergegeven. De AC-kabelverbinding die converterstation Beta verbindt met MAH 380 is te zien aan de gele lijnen. De kabeleindsluiting van elke AC-kabel wordt aangesloten op de AC-schakeltuin van het converterstation.



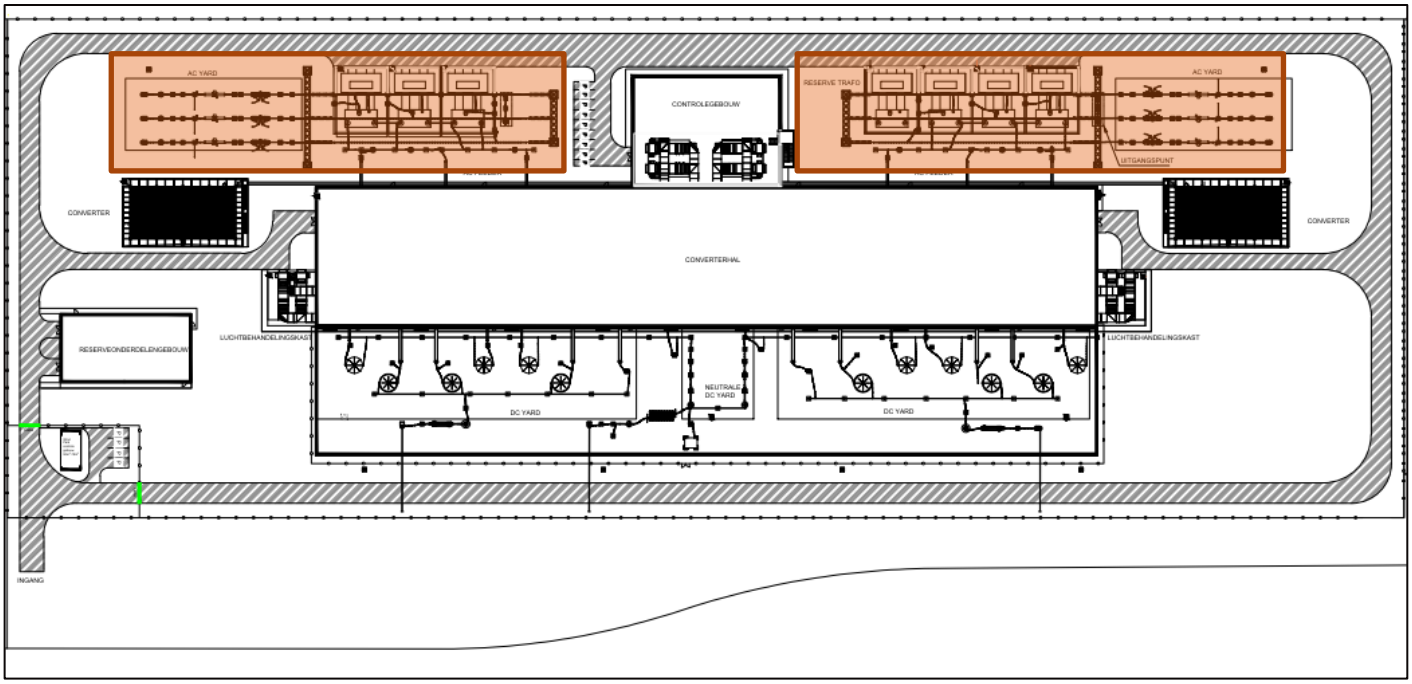
Figuur 1: Indeling van Converterstation Beta en MAH380.

3.3.1 AC-kabelverbinding Beta

Het VKA-tracé van het AC-kabel tussen converterstation Beta en 380kV-station MAH is door TenneT verstrekt [4]. De kabel wordt in open ontgraving gelegd in een platvlak liggingsconfiguratie. Het grootste gedeelte van het AC-kabel VKA-tracé betreft een enkelvoudig circuit en een klein deel betreft twee parallelle circuits. Dit leidt tot verschillen in de magneetveldzone en daarom zijn beide configuraties berekend.

Andere uitgangspunten voor de simulatie van converterstation Beta zijn als volgt:
1. De hartafstand tussen fasen van bedraagt 0,75 m.
2. Daar waar het 2 circuits betreft, is de hartafstand tussen beide circuits 5 m.
3. De kabel ligt 1 m onder het maaiveld in platvlak liggingsconfiguratie.
4. Kabelstroom bedraagt: 2000 MW / (380 kV * √3) = 3.039 A.

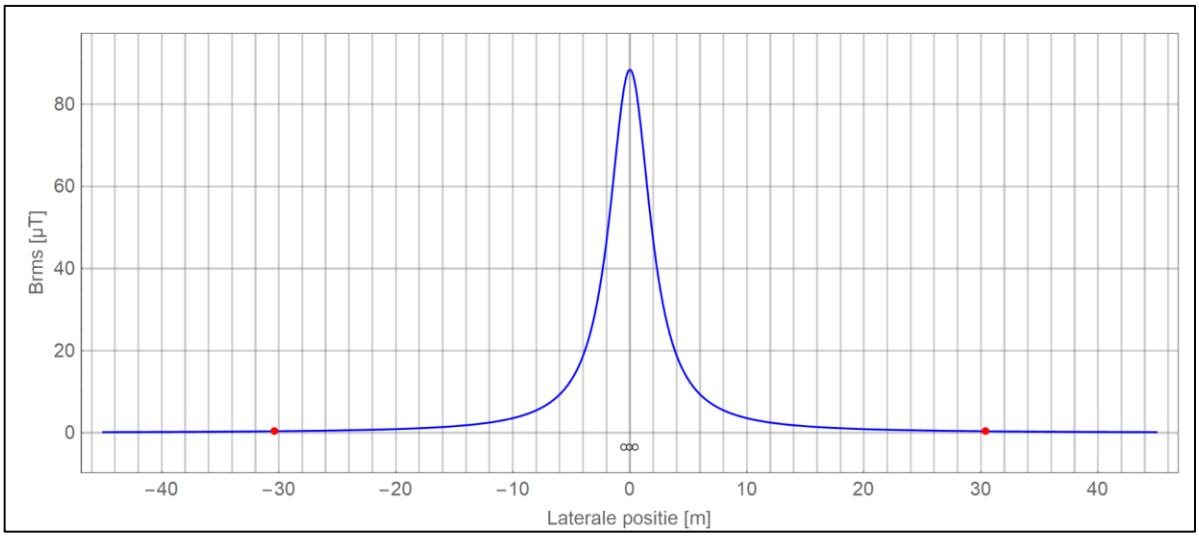
3.3.2 AC-Schakeltuin



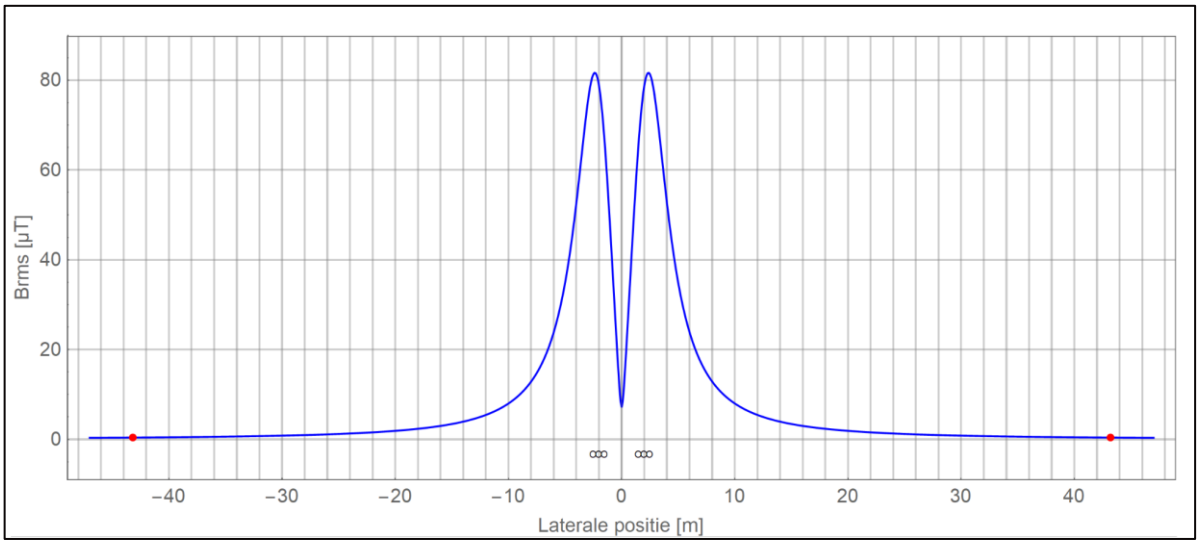
Figuur 2: Gedetailleerde indeling van converterstation Beta

Er worden twee AC-schakeltuinen geïnstalleerd in het converterstation. Dit is gevisualiseerd in figuur 2 (oranje gebieden). De AC-schakeltuin aan de linkerkant wordt verder genoemd als de westelijke AC-schakeltuin en de AC-schakeltuin aan de rechterkant wordt verder genoemd als het oostelijke AC-schakeltuin. In de berekening worden alleen de railbuizen van de AC-schakeltuin naar de AC-feeder meegenomen. Verder zijn in het model een aantal uitgangspunten toegepast op basis van ontvangen informatie. De uitgangspunten zijn:
1. De hoogte van het geleiders in AC-schakeltuin zijn 7 m [2];
2. De hartafstand tussen fasen is 5,5 m [5];
3. De afstand tussen fase-veldgrens is 4,5 m [5];
4. De lengte van het AC-schakeltuin geleiders is 45 m [3];
5. De veldstroom is 3.039 A. Deze waarde is afgeleid van de ontwerpstroom van de HVDC kabel.

3.3.3 AC-kabelverbinding tussen converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven



Figuur 3: Magneetveld van de AC-kabel tussen AC-schakeltuin van het converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven in plat vlak configuratie (alleen 1 circuit)



Figuur 4: Magneetveld van de AC-kabel tussen AC-schakeltuin van het converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven in plat vlak configuratie (2 circuits parallel gelegd)

Het magneetveld van de AC-kabelverbinding tussen converterstation Beta en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven is te zien in figuur 3 en figuur 4 hierboven. De waarde van 0,4 µT magneetveld wordt weergegeven door de rode stippen. In het niet parallelle deel van het AC-kabel VKA-tracé, strekt het 0,4 µT magneetveld zich uit op ongeveer **30 m** van het midden of 29,5 m van het buitenste deel van het kabelcircuit. In het deel waar de AC-kabel van de westelijke en oostelijke AC-schakeltuin parallel zijn gelegd, strekt het 0,4 µT magneetveld zich uit tot ongeveer **43 m** van het midden of 40,5 m vanaf het buitenste deel van elk circuit. Op basis van deze informatie is de 0,4 µT grens van het magneetveld ingetekend tezamen met de magneetveldcontour op het converterstation Beta. De 0,4 µT grens is in figuur 5 als een rode lijn weergegeven.

3.3.4 AC-schakeltuin magneetveldzone op converterstation Beta en van AC-kabelverbinding converterstation Beta - 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven



Figuur 5: Magneetveldzone in converterstation Beta en van AC-kabelverbinding converterstation Beta - 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven

Het magneetveld in AC-schakeltuin van het converterstation Beta en de 0,4 µT grens van de kabelverbinding tussen converterstation Beta en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven, zijn te zien in figuur 5. Het gebied van de 0,4 µT magneetveldcontour van de AC-schakeltuin reikt tot ongeveer 63 m horizontaal en 25 m verticaal vanaf de randen van de buitenste geleiders en reikt tot **45 m** buiten het hekwerk (zwarte lijn) van converterstation Beta.

4 Conclusie

Arcadis heeft de magneetveldzoneberekeningen berekend voor de volgende objecten:

- AC-schakeltuin bij converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta.
- AC-kabelverbinding tussen converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta – 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven.

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

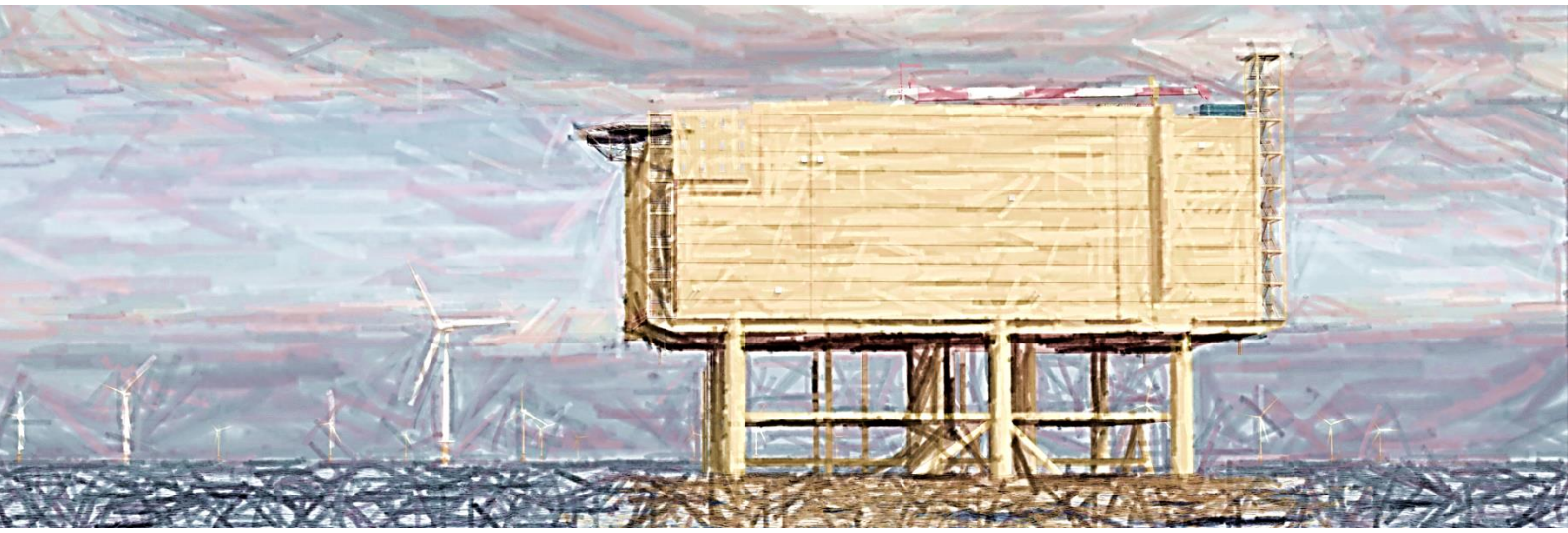
- “Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen”, G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015;
- Het document “Afspraken over de rekenmethodiek voor de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding”, 3 november 2011.

Het feit dat in deze rapportage 0,4 µT zones en –contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4 µT zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.

In het niet-parallelle deel van het AC-kabel VKA-tracé voor Net op zee IJmuiden Ver Beta strekt het 0,4 µT magneetveld zich uit tot op ongeveer 30 meter van het midden kabelcircuit en in het parallelle deel strekt het zich uit op ongeveer 43 meter van het midden kabelcircuit. Het 0,4 µT magneetveld van de AC-schakeltuin in converterstation Beta reikt tot 45 meter buiten het hekwerk.

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XII-D Quickscan stabiliteit waterkeringen IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Memo

ONDERWERP
Net op zee IJmuiden Ver Beta, Waterveiligheid Waterkeringen

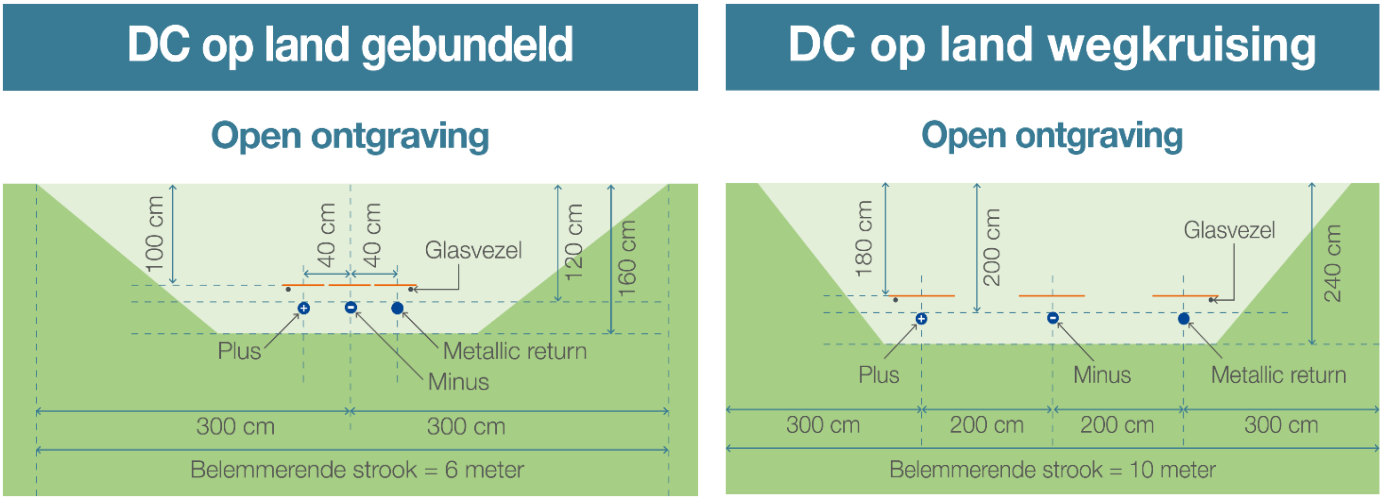
PROJECTNUMMER
30069167.0170-6

DATUM
6 augustus 2021

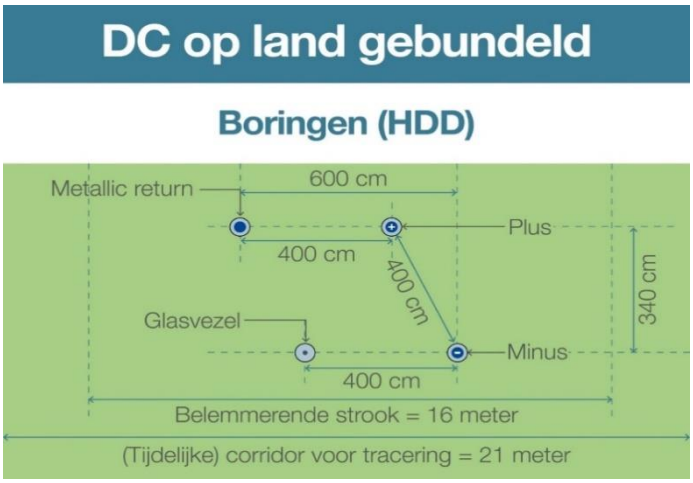
1.1 Inleiding

Dit memo bevat een quickscan van de locaties waar het kabeltracé, van het Net op zee IJmuiden Ver Beta naar het converterstation op land, waterkeringen kruist of parallel daaraan loopt en in de beschermingszones van deze keringen valt. Hiervoor is het wenselijk om vooraf en op hoofdlijnen (zonder vergaande inhoudelijke berekeningen) helder te hebben of en waar significante effecten zijn te verwachten met waterveiligheid.

Daarbij is een verschil waarneembaar met de aanlegwijze namelijk door middel van:
Open ontgravingen (zie Figuur 1 voor dwarsprofiel) en
Boringen (zie Figuur 2, langsdoorsnede zijn locatie specifiek en deels bekend)



Figuur 1 Dwarsprofiel met afmetingen open ontgraving



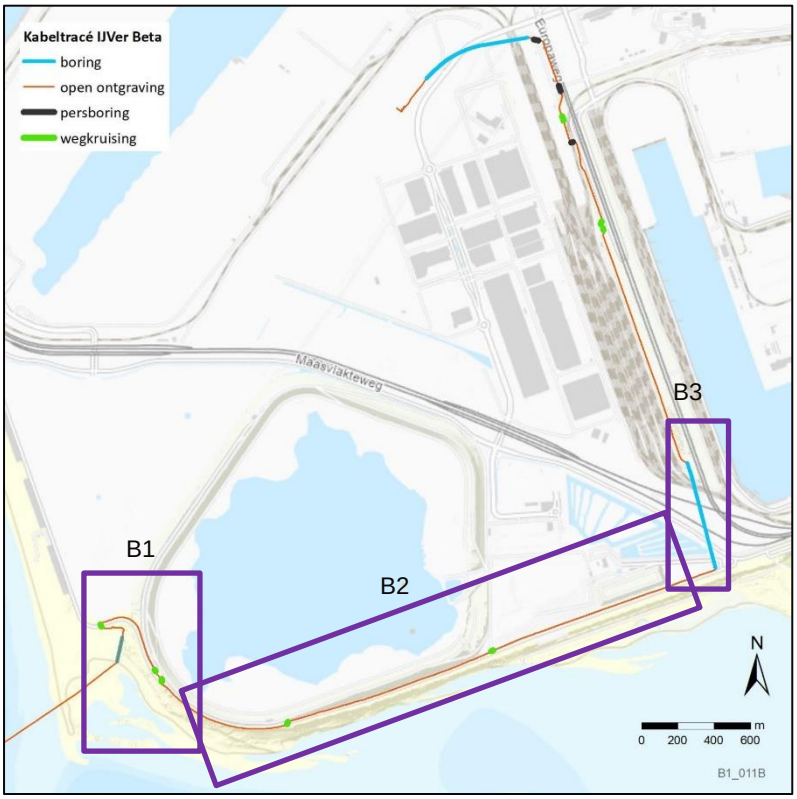
Figuur 2 Dwarsprofiel en onderlinge afstand bij boringen

Met name de boringen die onder de waterkering doorlopen hebben in potentie de grootste bijdrage in het vergroten van het overstromingsrisico. De boringen onder waterkeringen door, maar ook degene die parallel lopen aan de waterkering zijn echter al ver en in detail uitgewerkt (conform de geldende NEN-normen, NEN3650/3651), waaruit geconcludeerd kan worden dat deze altijd buiten de beschermingszone (of beschermingszone A) vallen voor intree- en uittreepunt en expliciet ook aandacht wordt besteed aan het voorkomen van het vergoten van de kans op kwel dan wel piping. Daarbij is er verschil in de situatie waar de kering direct buitenwater (tijdens stormcondities) moet keren dan wel in de situaties waarbij de kering aan beide zijde droog is (in geval van enkele regionale keringen). Hier is in de volgende paragrafen nader op in gegaan.

In de waterveiligheidsbeoordeling is onderscheid gemaakt in twee situaties, namelijk: de aanlegfase en de gebruiksfase. De beoordeling is gedaan op basis van expert judgement en de ligging van het tracé ten opzichte van de waterkering en haar beschermingszones. Voor een gedetailleerde beoordeling dienen alle boorplannen beoordeeld te worden en voor de open ontgravingen een nauwkeuriger beeld (met dwarsprofielen van de kering en de open ontgraving inclusief grondopbouw) van de lokaal specifieke situatie.

1.2 Achtergrond en gegevens

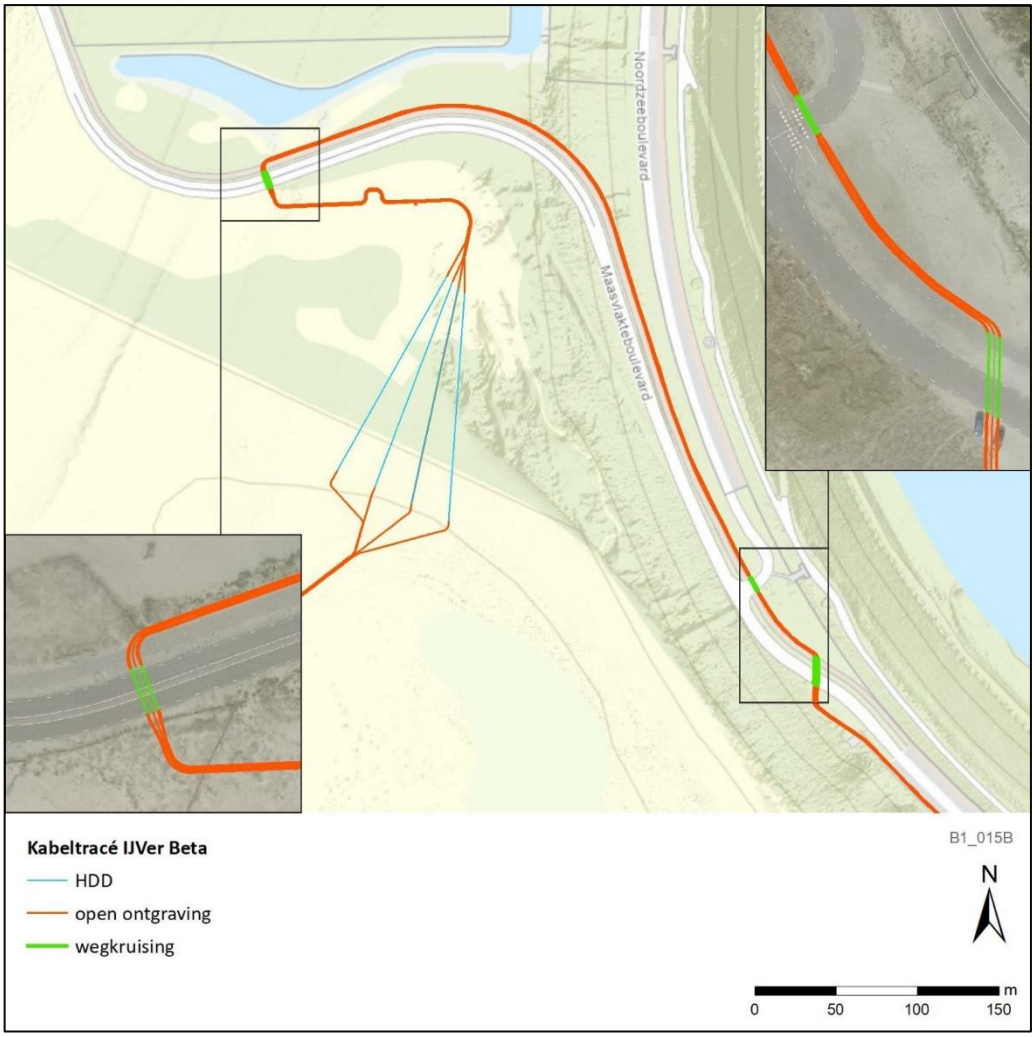
Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta sluit in het zuidwesten aan op de Tweede Maasvlakte en kruist daar de waterkering, ter bescherming van de Maasvlakte, in beheer bij Rijkswaterstaat. Aan de binnenzijde van die waterkering vervolgt het tracé tot het een haakse bocht maakt in noordelijke richting. Precies in die bocht valt het tracé nog net samen met de beschermingszone van de primaire waterkering van dijktraject 20-1 in beheer bij waterschap Hollandse Delta. Het tracé op land is voor deze waterveiligheidsbeoordeling in drie deeltracés opgedeeld zoals opgenomen in Figuur 3.



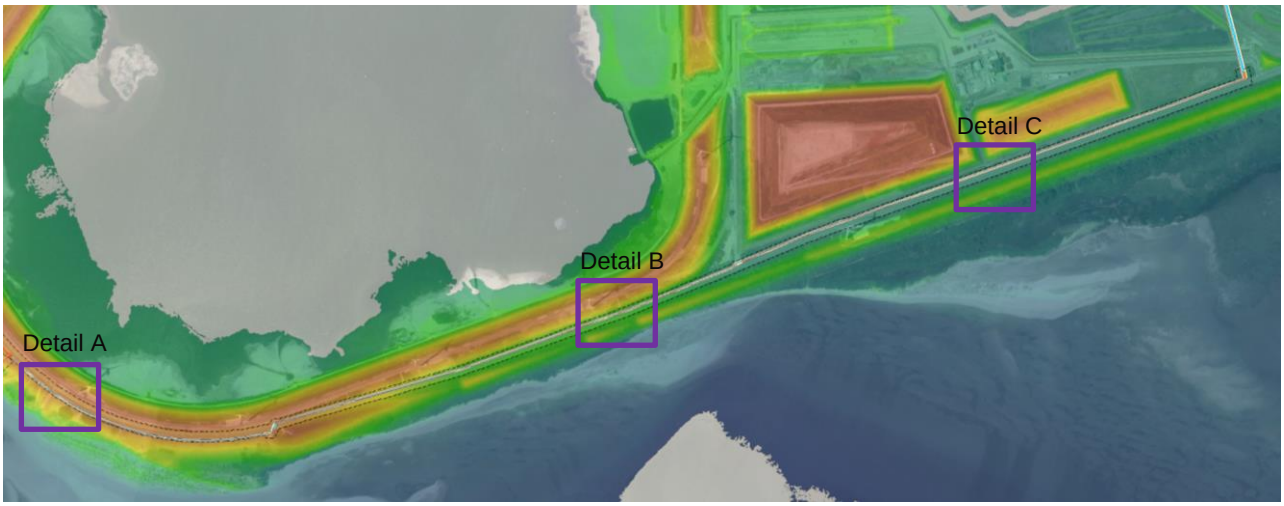
Figuur 3 Overzicht boringen en open ontgravingen kabeltracé Beta met de drie deelgebieden voor de waterveiligheidsbeschouwing

1.2.1 Deeltracé B1 en B2 – Maasvlakte-waterkering

De deeltracés B1 en B2 zijn respectievelijk een kruising met de waterkering van de Tweede Maasvlakte en een parallelle ligging daaraan. Het tracé komt bij de aanlanding en het deel langs de Slufter ingegraven bovenop de kering te liggen. Het tracé van zee naar land vindt plaats door middel van boringen onder de waterkering door en gaat in een openontgraving parallel aan de weg (Maasvlakteboulevard) eerst richting het zuiden, zie Figuur 4. De kering heeft hier een hoogte van meer dan 20 meter boven NAP, zie ook Detail A (Figuur 5 en Figuur 6). Boven op de waterkering vervolgt het tracé richting het oosten. Aan de oostzijde van de slufter komt het tracé achter de kering te liggen. De waterkering aan de rand van de Tweede Maasvlakte heeft geen wettelijke status maar is wel met de destijds geldende eisen aangelegd (voor vergelijkbare waterkeringen aan de kust) en wordt door Rijkswaterstaat ook zo beheerd en onderhouden. Voor de beoordeling van de waterveiligheid zijn vergelijkbare eisen gehanteerd als in het MER voor het windpark van de Tweede Maasvlakte (https://commissiemer.nl/projectdocumenten/00007579.pdf). Namelijk:
overschrijdingskans van de waterstand 1:10.000 per jaar
met gemiddeld overslagdebiet van 10 liter per seconde per strekkende meter waterkering
en met een overschrijdingskans van 1:10 per jaar voor bij een overslagdebiet van 1 liter per seconde per strekkende meter waterkering

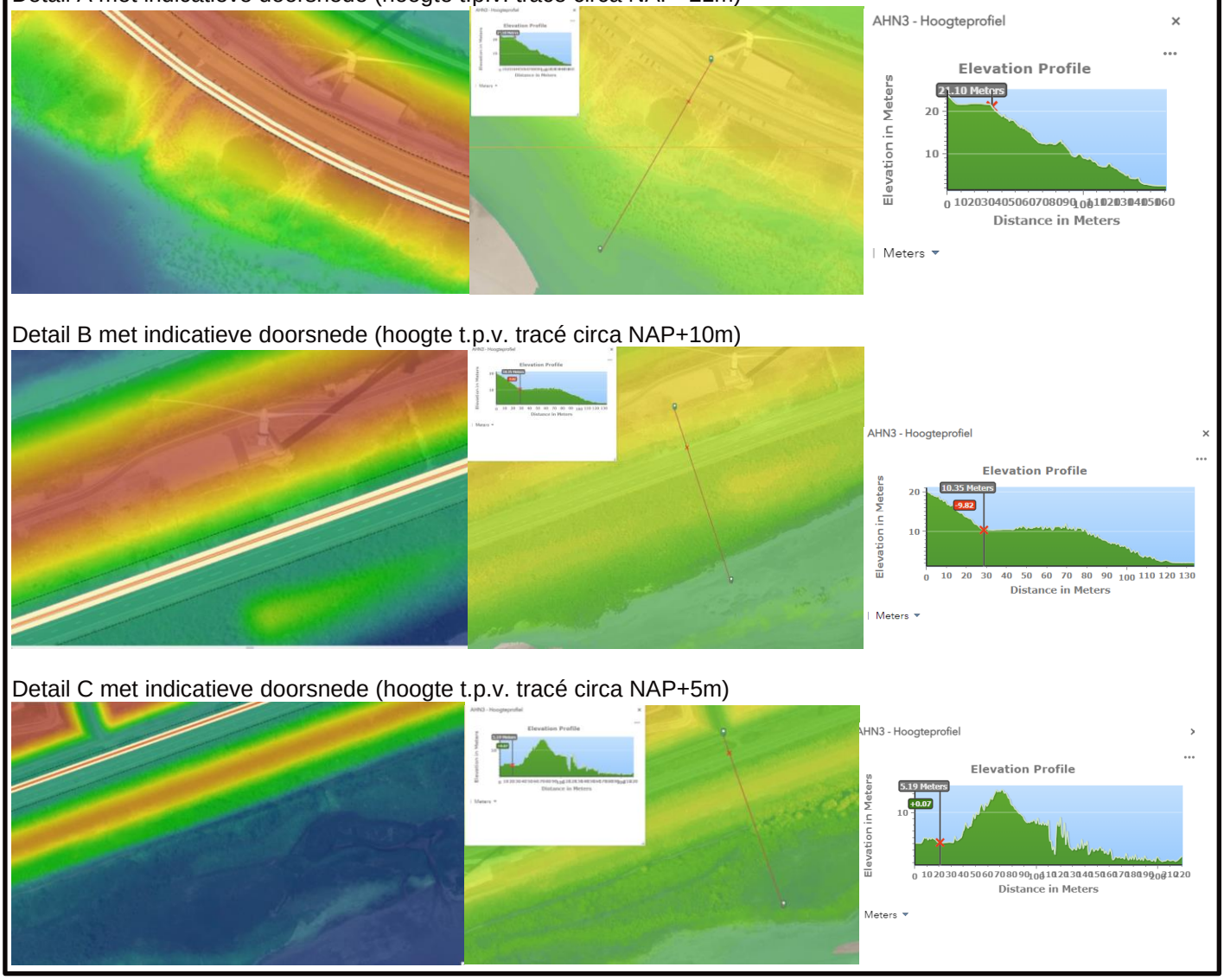


Figuur 4 Detail (Deeltracé B1 zie Figuur 3) van aanlanding en kruising van de kering met boring en open ontgraving



Figuur 5 Locatie aanduiding met drie detaillocaties waarvoor de AHN3 profielen zijn weergegeven in Figuur 6 (achtergrond bevat AHN3 kleuren (AHN3 is het 3e Actueel Hoogtebestand Nederland) met luchtfoto en indicatie van het tracé)

Detail A met indicatieve doorsnede (hoogte t.p.v. tracé circa NAP+21m)

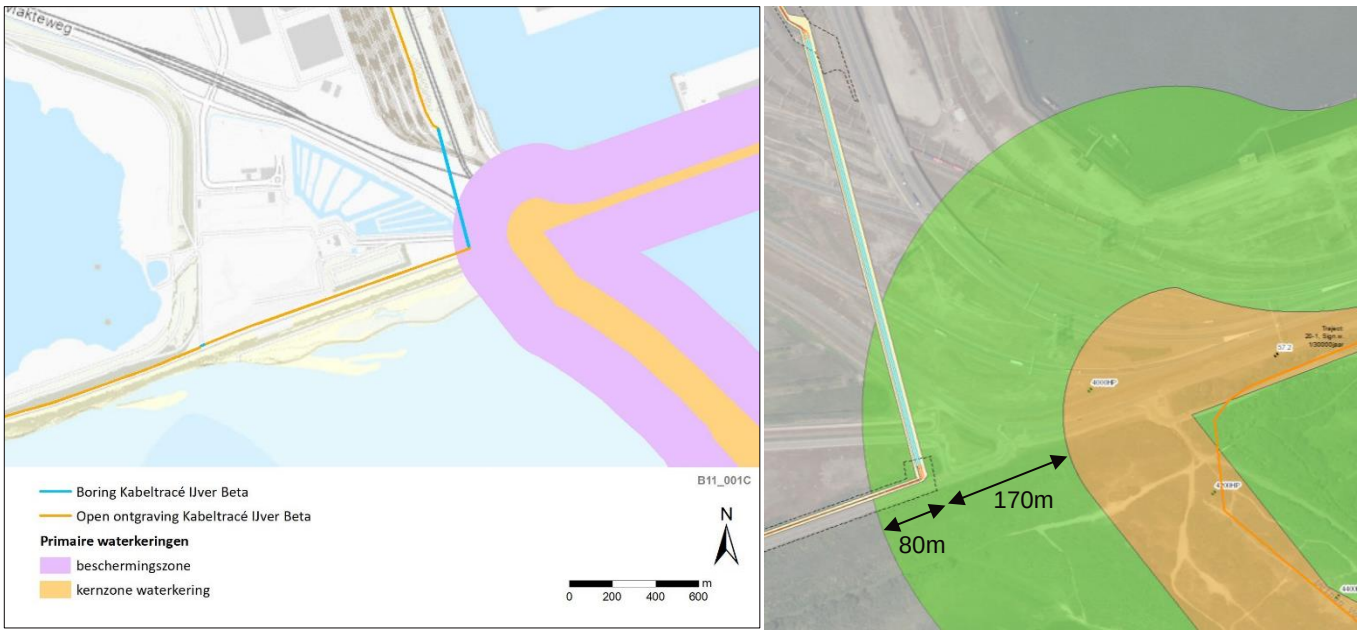


Figuur 6 Indicatief AHN3-profiel van de waterkering

1.2.2 Deeltracé B3 – Dijktraject 20-1

Het deeltracé B3 valt samen met een deel van de beschermingszone van dijktraject 20-1 in beheer bij Waterschap Hollandse Delta. Dijktraject 20-1 is in de Waterwet opgenomen en heeft een signaleringswaarde 1:30.000 per jaar (https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2021-01-01) en een ondergrenswaarde (maximaal toelaatbare overstromingskans) van 1:10.000 per jaar.

Het tracé ligt hier aan de buitenzijde van de primaire waterkering (traject 20-1) en achter de kering langs de rand van de Tweede Maasvlakte. De terreinhoogte is hier circa NAP+5,0 m zodat dit alleen bij extreme stormen (behorende bij de 1:10.000 per jaar) tot mogelijk enkele decimeter water op het maaiveld kan leiden.



Figuur 7 Ligging kabeltracé Beta (deeltracé B3 uit Figuur 3) in combinatie met de beschermingszone dijktraject 20-1

1.3 Beoordeling per deelgebied

In de volgende sub paragrafen staan de kwalitatieve beoordelingen voor de verschillende faalmechanisme per deelgebied opgenomen. De kwalitatieve beoordeling is daarbij uitgevoerd op basis van expert-judgement, zonder kwantitatieve berekeningen/analyses. Onderscheid is er gemaakt in de aanlegfase en de gebruikersfase. Tevens is het verwachte effect aangegeven en indien van toepassing een voorstel om dat aan te tonen.

1.3.1 Beoordeling deeltracé B1 en B2 – Maasvlakte-waterkering

De kering van de Maasvlakte waar het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta overheen loopt en oostelijk van de slufter achter komt te lopen is veelal een zandige kering. Een beoordeling als zandige kering lijkt dan ook logisch, hierbij zou alleen naar het afslagprofiel gekeken moeten worden en de inpassing van het zogenaamde grensprofiel.

De aanlanding (deeltracé B1), maar ook de boringen onder de kering, verdienen hier de meeste aandacht en zullen in de aanlegfase bij voorkeur buiten het stormseizoen plaats moeten vinden. Het uitgangspunt is dat de boringen worden uitgevoerd conform de NEN3650/3651, waardoor de kruising van de waterkering geen invloed heeft op de waterveiligheid.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie	Geen effect aangezien boring hoogte van de kering niet aantast.	De boring en de aansluitende open ontgraving heeft geen invloed op de hoogte en erosie van de waterkering. Marginale zetting.
Piping	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping, tevens een beperkt waterstandverschil	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping, tevens een beperkt waterstandverschil
Macrostabiliteit buitenwaarts	Geen effect op waterveiligheid verwacht. Kabeltracé zal vermoedelijk niet tot extra instabiliteit leiden die dusdanige glijvlakken creëert dat de waterveiligheidseisen worden overschreden, gezien de brede en hoge kering.	Geen effect op waterveiligheid verwacht. Kabeltracé zal vermoedelijk niet tot extra instabiliteit leiden die dusdanige glijvlakken creëert dat de waterveiligheidseisen worden overschreden, gezien de brede en hoge kering.
Macrostabiliteit binnenwaarts	Geen effect, dit deeltracé heeft betrekking op de buitenzijde	Geen effect, dit deeltracé heeft betrekking op de buitenzijde

Tabel 1 Beoordeling in tracé B1

Voor de aanlegfase is in tracé B2 onderscheid gemaakt voor het deel waar het tracé op de kering komt te liggen en erachter voor het deel oostelijk van de Slufter. In de gebruiksfase zijn er geen aanvullende risico's voorzien, aangezien de kerende hoogte en stabiliteit niet worden aangetast, eveneens is er geen extra kans op piping omdat de kabels niet door de kering gaan, maar erop komen te liggen en deze ver boven stormpeil komen te liggen.

Faalmechanisme	Op de kering	Achter de kering
Hoogte en erosie	Kering bevindt zich ver boven stormpeil, indien het te ontgraven volume ter plaatse blijft is er geen effect op de kerende hoogte te verwachten (cq. blijft het te eroderen zandvolume gelijk)	Geen invloed op kruinhoogte of erosie
Piping	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)
Macrostabiliteit buitenwaarts	Geen effect, bij aanleg wel rekening houden met het gewicht van het in te zetten materieel (meenemen als aandachtspunt)	Geen effect, tracé komt hier achter de kering te liggen dus geen effect op buitenwaartse stabiliteit
Macrostabiliteit binnenwaarts	Geen effect, bij aanleg wel rekening houden het gewicht van het in te zetten materieel (meenemen als aandachtspunt)	Geen effect, tracé ligt relatief ver van de kering (achter de weg) en heeft een hoog achterland t.o.v. stormpeil

Tabel 2 Beoordeling open ontgraving in tracé B2

1.3.2 Beoordeling deeltracé B3 – Dijktraject 20-1

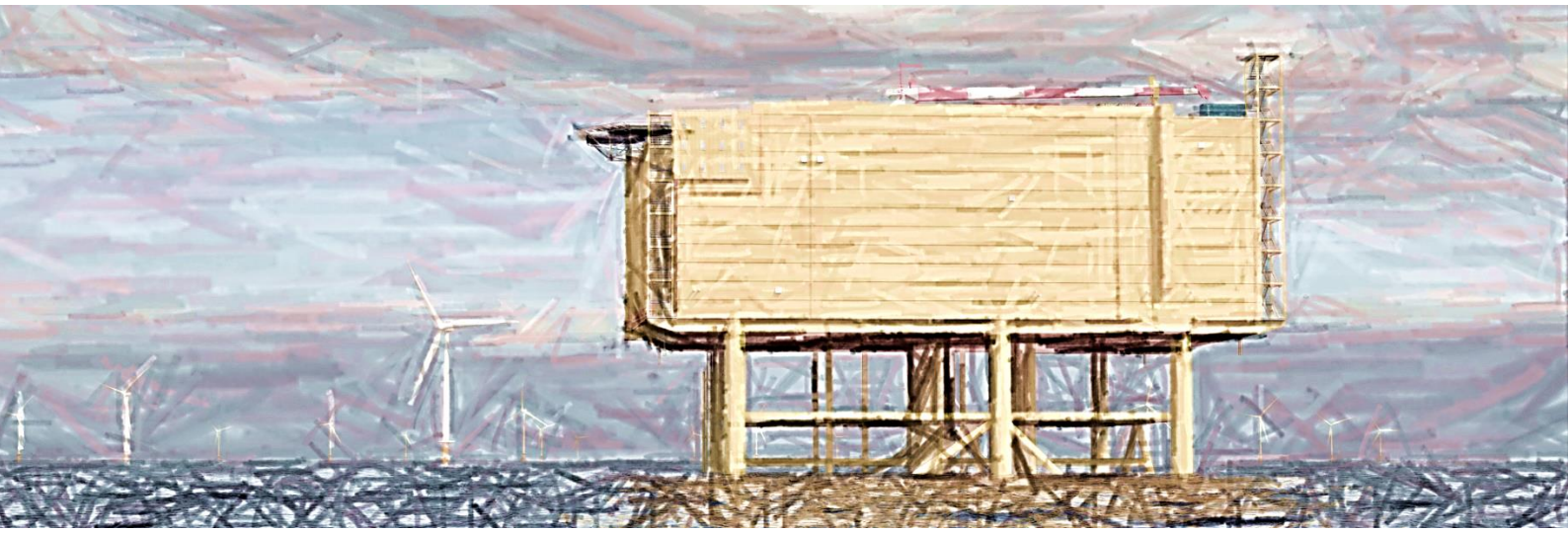
Voor de boring geldt dat alles ruim buiten de veiligheidszone volgens de NEN3650/3651 wordt uitgevoerd op hoog opgespoten terrein en er geen effecten zijn te verwachten.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping	Geen effect, betreft zand dus geen	Geen effect, betreft zand dus geen

	kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)	kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)
Macrostabiliteit buitenwaarts	Geen effect relatief ver van de kering. Ingreep vindt alleen aan buitenzijde plaats op 80m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)	Geen effect relatief ver van de kering. Ingreep vindt alleen aan buitenzijde plaats van 80m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)
Macrostabiliteit binnenwaarts	Geen effect relatief ver van de kering. Ingreep vindt alleen aan buitenzijde plaats van 80m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)	Geen effect relatief ver van de kering. Ingreep vindt alleen aan buitenzijde plaats van 80m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)

Tabel 3 Beoordeling boring in tracé B3

Net op zee IJmuiden Ver Beta
MER fase 2 – Bijlage XII-E Trefkansanalyse windturbines Maasvlakte IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

718159
11 november 2020

Trefkansanalyse
Net op zee IJmuiden Ver
Beta, tracévarianten
Maasvlakte

TenneT TSO BV

v2.0

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte
Soort document	v2.0
Datum	11 november 2020
Projectnummer	718159
Opdrachtgever	TenneT TSO BV
Auteur	B. Vogelaar, Pondera Consult
Vrijgave	F. van der Wind, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 1

2 Uitgangspunten 2

2.1 Kabeltracés 2
2.2 Betrokken windturbines 3
2.3 Bepaling effectafstanden windturbines 5
2.4 Bepaling kritische afstanden tot buisleidingen 6

3 Trefkansbepaling 8

3.1 Gondelfalen 8
3.2 Mastfalen 9
3.3 Bladworp 10
3.4 Totale trefkans 11

4 Afweging trefkansen 13

4.1 Aandachtspunten afweging 13

1 INLEIDING

Om de realisatie van offshore windparken op de locatie IJmuiden Ver mogelijk te maken dienen stroomkabels aangelegd te worden van de offshore locaties naar het Nederlandse vaste land. Voordat TenneT met de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Beta kan beginnen, dienen diverse procedures doorlopen te worden en besluiten van kracht te zijn.

In de nabijheid van de beoogde tracés voor de stroomkabels op de Maasvlakte zijn bestaande en geplande windturbines aanwezig. Deze notitie beschrijft de mogelijke effecten van windturbines in relatie tot de varianten van de kabeltracés voor Net op zee IJmuiden Ver Beta op de Maasvlakte (MVL-1X, MVL-2Y en MVL-2Z). Omdat de hoogspanningskabels geen gevaar voor de omgeving kunnen veroorzaken gaat het hier niet om een extern veiligheidsrisico maar wel om een afweging voor de kans op schade aan de hoogspanningsverbindingen.

Deze analyse omschrijft een beoordelingskader voor het inzichtelijk maken van de afwegingen en berekent de trefkansen behorende bij de verschillende kabeltracés. Deze informatie dient om een eerste afweging te kunnen maken van de risico's die behoren bij het gebruik van de verschillende kabeltracés. Afhankelijk van nadere detailanalyses kan het zijn dat de ingeschatte trefkansen niet van toepassing blijken te zijn omdat de kabeltracés niet kwetsbaar blijken te zijn voor de betrokken impact als gevolg van de vallende van de windturbineonderdelen.

De informatie in deze analyse dient dan ook niet te worden gezien als een effectanalyse maar als een manier om inzicht te verkrijgen in de onderlinge verschillende effecten op de betrokken tracés en de worst-case invloed op de betrouwbaarheid van de elektriciteitslevering die daaruit kan voortkomen.

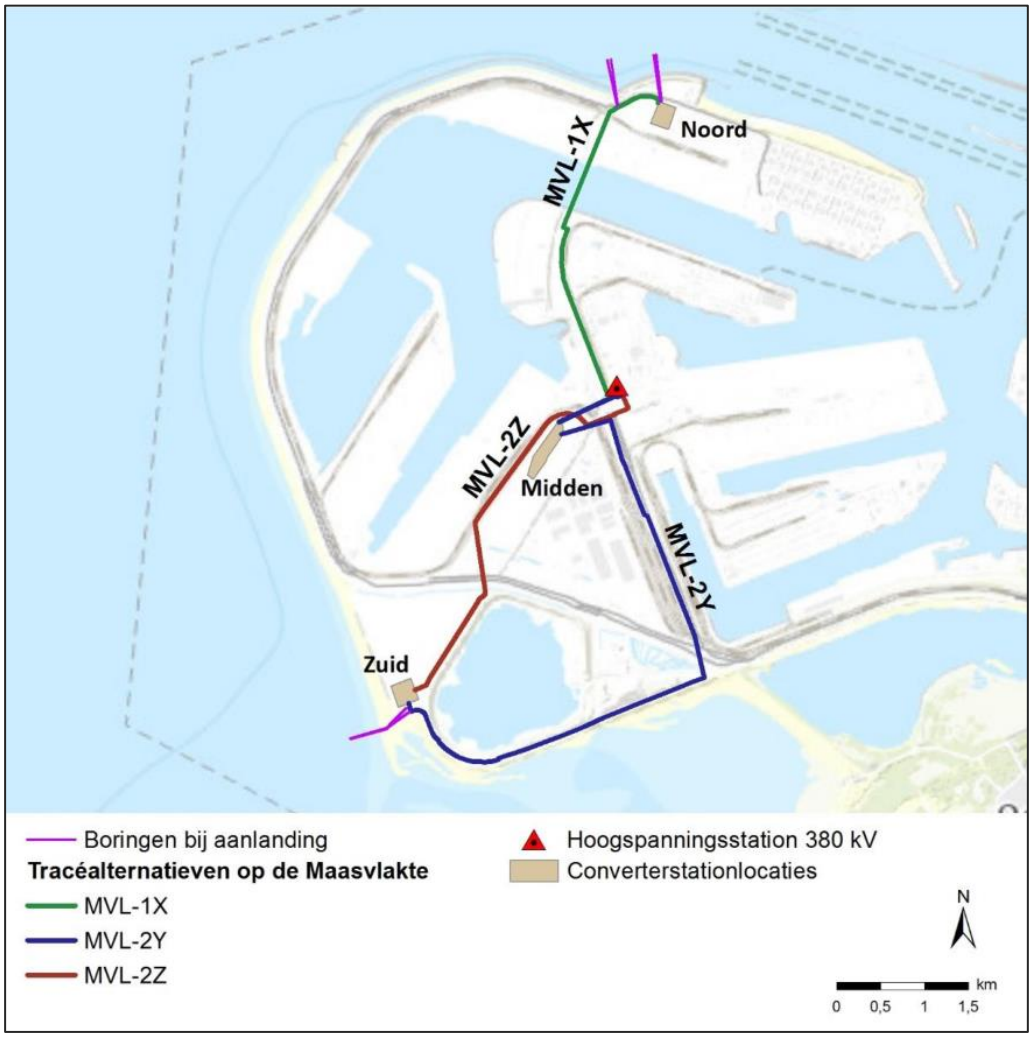
2 UITGANGSPUNTEN

Om een inschatting te maken van kans op schade door de windturbines op de kabeltracés wordt per mogelijk kabeltracé onderzocht wat de effecten kunnen zijn.

2.1 Kabeltracés

De ligging van de te beoordelen kabeltracés is weergegeven in onderstaand figuur.[1]

Figuur 2.1 Weergaven kabeltracés op de Maasvlakte



De effecten worden per landtracé beoordeeld waarbij de aanlandingsboringen niet beschouwd zijn omdat deze boringen zodanig diep te liggen dat er geen kans is op schade als gevolg van het treffen door windturbineonderdelen. Bij gebruik van een combinatie aan tracés kunnen deeleffecten worden opgezocht in de betrokken tabellen aan het eind van deze rapportage.

[1] Voor de analyse is een gebundelde of ongebundelde ligging niet van invloed.

2.2 Betrokken windturbines

Om te bepalen welke windturbines een invloed kunnen veroorzaken is binnen een zone van 300 meter rondom de tracés onderzocht of er windturbines geplaatst zijn.[2] De volgende windturbines zijn daarbij geïdentificeerd met de bijbehorende afstanden tot de tracés.

Tabel 2.1 Gegevens windturbines binnen 300 meter vanaf tracés

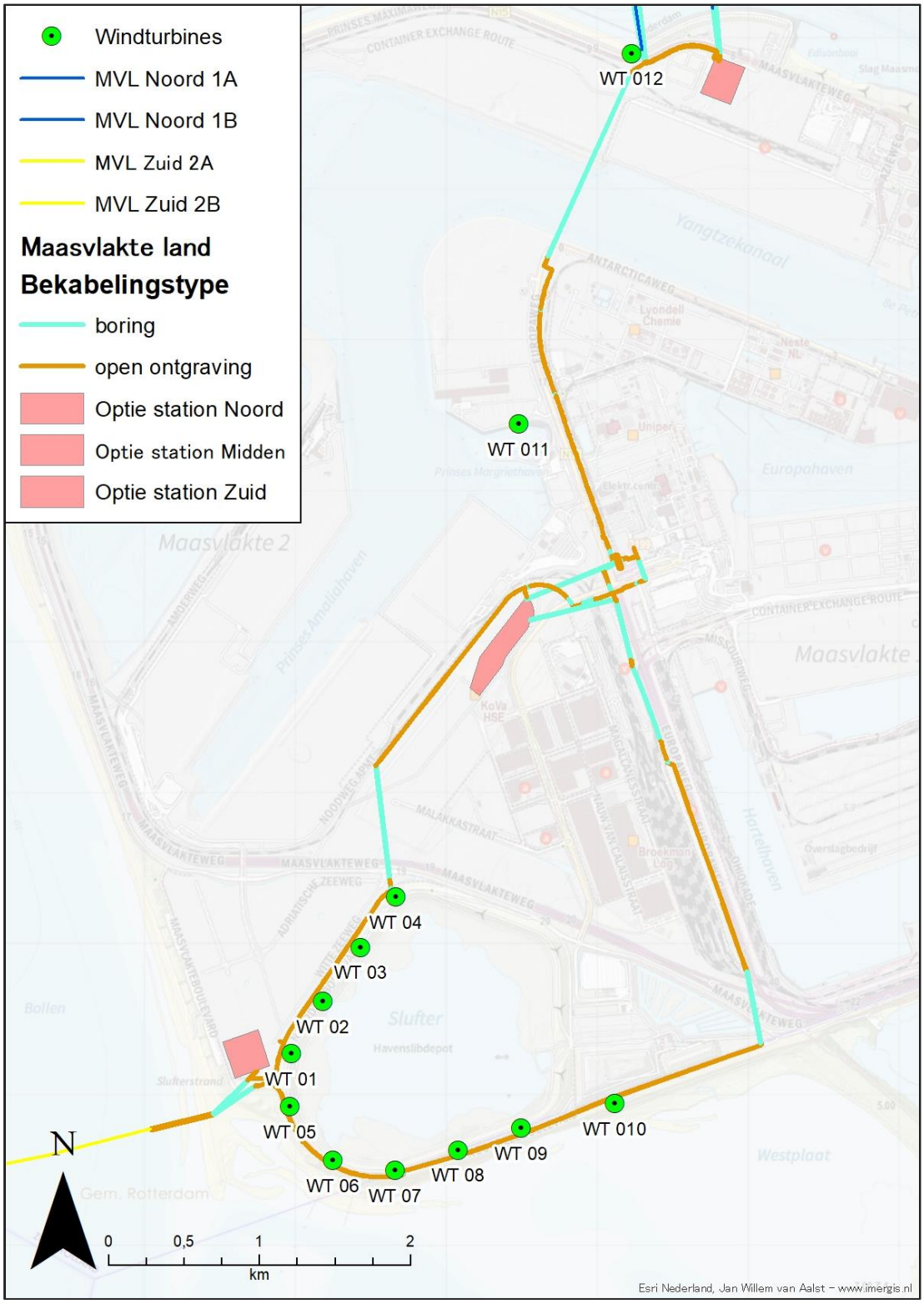
Nummer	Type WT	Rotordiameter	Ashoogte	Tracé	Afstand tot tracé [m]	Opmerkingen
WT 01	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Z	72	
WT 02	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Z	73	
WT03	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Z	73	
WT04	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Z	58	weglopende hoek + deels boring
WT05	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Y	31	
WT06	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Y	30	
WT07	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Y	35	knik in tracé
WT08	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Y	31	
WT09	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Y	33	
WT10	Vestas V112	112	94 meter	MVL-2Y	42	
WT11	GE Haliade X (220 rotor)	220	135 meter	MVL-1X	289	
WT12	n.n.b. --> worst-case: Siemens SG-DD-120	120	76 meter (86m)*	MVL-1X	99	knik in tracé + deels boring

* De betrokken windturbine is gelegen op de waterkering en heeft daardoor een +10m hogere werphoogte dan zijn masthoogte.

De locaties van de windturbines zijn weergegeven in onderstaand Figuur 2.2.

[2] Tiphoogte plus potentiële toekomstige ontwikkeling daarvan.

Figuur 2.2 Locaties windturbines binnen 300 meter vanaf tracés



2.3 Bepaling effectafstanden windturbines

Windturbines kunnen volgens de handleiding risicoberekeningen windturbines (versie 2020) op een vijftal manieren falen waardoor ze schade aan infrastructuren in de omgeving kunnen veroorzaken:

- Mastfalen;
  - Waarbij de mast vanaf de voet omvalt en de gondel en rotorbladen meevallen;
- Gondelfalen;
  - Waarbij de gondel en/of de hub van de windturbine met daaraan de rotorbladen naar beneden valt;
- Bladworp bij nominaal toerental;
  - Waarbij tijdens het draaien op een nominaal vermogen een blad geworpen wordt;
- Bladworp bij overtoeren[3];
  - Waarbij de windturbine tijdens een situatie met overtoeren een blad werpt;
- Vallen van kleine onderdelen en/of ijsvalsituaties.

De laatste twee faalscenario's worden in deze analyse niet beschouwd. Voor het vijfde faalscenario geldt dat kleine onderdelen en/of ijsvalsituaties niet kunnen leiden tot enige schade aan de ondergrondse bekabeling omdat hun gewichten te laat zijn om een significante impact te kunnen veroorzaken. Voor het vierde faalscenario: "Bladworp bij overtoeren" geldt dat de kans van optreden van dit faalscenario als verwaarloosbaar klein kan worden gezien. De faalfrequentie voor dit faalscenario bedraagt maximaal 5 x 10^{-06} per jaar waarbij de effectzone ook zodanig klein is dat de kans op het raken van het tracé een nog kleinere fractie is van deze faalfrequentie. Dit effect van het faalscenario bladworp bij overtoeren wordt zodanig klein geacht dat het geen rol speelt bij de beoordeling van de risico's. Dit is in overeenstemming met de Handreiking risicozonering windturbines (v1.1 – 20 mei 2020) waarin wordt gesteld dat:

> "TenneT zal geen reden hebben om een bezwaar te maken tegen plaatsing van de windturbine als het object buiten de werpafstand bij nominaal toerental en buiten de *tiphoogte van de windturbine staat*"

Dit geeft aan dat effecten van het faalscenario bladworp bij overtoeren niet beschouwd hoeven te worden. Zie ook de onderstaande voetnoot waarin beschreven wordt dat dit faalscenario bij moderne windturbines niet meer voorkomt.

De betrokken effectafstanden van de betrokken windturbinetypes vanaf het hart van de windturbine als gevolg van de faalscenario's staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2.2 Effectafstanden per windturbinetype in meters

Windturbinetype	Faalscenario Gondelfalen		Faalscenario Mastfalen			Faalscenario Bladworp nominaal
Gewichten -->	**Gondel**	**Blad**	**Mast**	**Gondel**	**Blad**	**Blad**
Vestas V112	6+18	24+18,7	94	94	94+18,7	106

[3] Het faalscenario bladworp bij overtoeren omschrijft een situatie waarbij de remmen van de windturbine niet meer werken en de wind zodanig hard waait dat de windturbine in een overtoeren situatie terecht komt. Dit wordt berekend als een situatie met een toeren van 2x het nominaal toerental. Bij moderne windturbines met drie individueel pitchende rotorbladen komt een dergelijke situatie niet meer voor.

GE Haliade X	10+25	45+36,7	135	135	135+36,7	164
Siemens SG-DD-120	9+13	22+20	76	76	76+20	130

De betrokken afstanden zijn bepaald aan de hand van de volgende uitgangspunten:

- Gondelgewicht bij gondelfalen valt op een afstand gelijk aan tweemaal de straal van de mastvoet plus de maximale lengte van de gondel. Het zwaartepunt van het rotorblad valt maximaal op 1/3^{e} x bladlengte afstand van deze locatie.
- Bij mastfalen valt het mastgewicht en het gondelgewicht op een masthoogteafstand en het zwaartepunt van het rotorblad valt tot op ashoogte plus 1/3^{e} x bladlengte afstand.
- Bij het faalscenario bladworp valt het zwaartepunt van een rotorblad tot op de maximale bladworpafstand bij nominaal toerental uitgaande van de volgende eigenschappen van de windturbines[4]:
    - Vestas V112 – nominaal toerental = 14 rpm, zwaartepunt rotorblad = 14,637 meter;
    - GE Haliade X – nominaal toerental = 7,81 rpm, zwaartepunt rotorblad = 33 meter;
    - Siemens SG-DD-120 – nominaal toerental = 13,4 rpm, zwaartepunt rotorblad = 18,5 meter.

2.4 Bepaling kritische afstanden tot buisleidingen

In de Handleiding risicoberekeningen windturbines (module IV omgevingsveiligheid versie juli 2020) zijn geen rekenregels opgenomen waarmee de kans op schade is te berekenen aan ondergrondse elektriciteitskabels. Door het ontbreken van deze formules zijn er geen rekenregels beschikbaar om de kans op schade te kunnen bepalen conform een door belanghebbende afgestemde rekenmethodiek. Om toch enig inzicht te kunnen verlenen in de mogelijke hoogte van de trefkansen die zouden kunnen optreden wordt een methodiek gebruikt die gebaseerd is op de rekenformules van ondergrondse buisleidingen (aardgas). Een onderdeel van deze rekenformules is het bepalen van de kritische stroken rondom een ondergrondse leiding waarbinnen de leiding naar verwachting schade kan ondervinden indien een windturbineonderdeel valt binnen de kritische strook.
De kritische strook geeft weer dat een ondergrondse (buis)leiding schade kan ondervinden indien een windturbineonderdeel valt op enkele meters afstand van het hart van de leiding. De breedte van de kritische strook wordt beïnvloed door het gewicht van de betrokken windturbineonderdelen, de sterkte en stijfheid van de betrokken bekabeling en de hoeveelheid aanwezige gronddekking boven de bekabeling die de impact kan opvangen. Deze eigenschappen zijn onbekend en de formules voor ondergrondse aardgasleidingen zijn niet toepasbaar op elektrakabels. Om deze reden wordt het formaat van de kritische stroken bepaald aan de hand van een expert judgement van de te verwachten effecten. Het is mogelijk dat in de praktijk blijkt dat de kabels geen schade ondervinden zelfs bij direct treffen van een kabeltracé.

[4] Gegevens afkomstig uit: V112 datasheet from Vestas and Windpro WTG Catologue, GE Haliade X van “Analyse externe veiligheid windturbine SIF v3.5 van 22 mei 2018” en Siemens SG-DD-120 van “Notitie Gasunie buisleidingen i.r.t. Windpark Maasvlakte II” van 13 juli 2020 (Memo niet publiekelijk beschikbaar).

Voor de betrokken elektra tracés zijn de volgende kritische stroken[5] gehanteerd voor het uitvoeren van deze analyse.

Tabel 2.3 Bepaling kritische stroken in meters

	Kritische strook		
	Gondelgewicht	**Mastgewicht**	**Bladgewicht**
Vestas V112	10	6	4
GE Haliade X	15	12	8
Siemens SG-DD-120	10	6	4

*Gebaseerd op expert judgement na uitvoering van vergelijkbare analyses bij ondergrondse aardgasbuisleidingen waar wel rekenformules voor beschikbaar zijn

Op basis van deze uitgangspunten kunnen de trefkansen worden bepaald volgens de formules uit het Handboek risicobeoordelingen windturbines (module IV omgevingsveiligheid versie juli 2020) zoals weergegeven in paragrafen 2.2.1, 3.1.2 en 5.1. Hierbij is voor de bepaling van de trefkansfrequenties van bladworp gebruik gemaakt van een kogelbaanmodel zonder luchtkrachten.

[5] Een kritische strook is de totale breedte aan beide zijden van het kabeltracé op maaiveldhoogte.

3 TREFKANSBEPALING

De trefkansen kunnen worden berekend voor de drie relevante tracés door per windturbine de trefkans te bepalen.

3.1 Gondelfalen

De trefkans voor gondelfalen wordt bepaald door te kijken waar de gondel zelf en de meevallende rotorbladen schade kunnen veroorzaken in een valcirkel rondom de masttoren.

Tabel 3.1 Trefkansen als gevolg van gondelfalen

Nummer	Type WT	Maximale effectafstand[6] [m]	Tracé	Afstand tot tracé [m]	Trefkans gondelfalen per jaar
WT 01	Vestas V112	44,7	MVL-2Z	72	0
WT 02	Vestas V112	44,7	MVL-2Z	73	0
WT03	Vestas V112	44,7	MVL-2Z	73	0
WT04	Vestas V112	44,7	MVL-2Z	58	0
WT05	Vestas V112	44,7	MVL-2Y	31	$1{,}0 \times 10^{-05}$
WT06	Vestas V112	44,7	MVL-2Y	30	$1{,}1 \times 10^{-05}$
WT07	Vestas V112	44,7	MVL-2Y	35	$8{,}7 \times 10^{-06}$
WT08	Vestas V112	44,7	MVL-2Y	31	$1{,}0 \times 10^{-05}$
WT09	Vestas V112	44,7	MVL-2Y	33	$9{,}6 \times 10^{-06}$
WT10	Vestas V112	44,7	MVL-2Y	42	$4{,}6 \times 10^{-06}$
WT11	GE Haliade X	85,7	MVL-1X	289	0
WT12	Siemens SG-DD-120	44	MVL-1X	99	0

[6] De maximale effectafstand is de effectafstand uit Tabel 2.2 plus de helft van de kritische strook in Tabel 2.3.

3.2 Mastfalen

De trefkans voor mastfalen wordt bepaald door te kijken waar de mast, de gondel en de meevallende rotorbladen schade kunnen veroorzaken vanuit een valcirkel vanaf het hart van de windturbine tot aan een afstand van ashoogte.

Tabel 3.2 Trefkans als gevolg van mastfalen

Nummer	Type WT	Maximale effectafstand[7]	Tracé	Afstand tot tracé [m]	Trefkans gondelfalen per jaar
WT 01	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Z	72	$4{,}1 \times 10^{-05}$
WT 02	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Z	73	$4{,}1 \times 10^{-05}$
WT03	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Z	73	$4{,}1 \times 10^{-05}$
WT04	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Z	58	$4{,}8 \times 10^{-05}$
WT05	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Y	31	$6{,}0 \times 10^{-05}$
WT06	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Y	30	$6{,}1 \times 10^{-05}$
WT07	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Y	35	$5{,}9 \times 10^{-05}$
WT08	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Y	31	$6{,}0 \times 10^{-05}$
WT09	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Y	33	$6{,}0 \times 10^{-05}$
WT10	Vestas V112	114,7 meter	MVL-2Y	42	$5{,}6 \times 10^{-05}$
WT11	GE Haliade X	175,7 meter	MVL-1X	289	0
WT12	Siemens SG-DD-120	98 meter	MVL-1X	99	0

[7] De maximale effectafstand is de effectafstand uit Tabel 2.2 plus de helft van de kritische strook in Tabel 2.3.

3.3 Bladworp

De trefkans voor bladworp wordt bepaald door voor elke tien meter aan hoogspanningstracé te kijken wat de trefkans is dat het zwaartepunt van een geworpen rotorblad de zone binnen de kritische strook raakt (2 meter aan weerszijde buisleiding). De optelling van de individuele stukken van 10 meter strekkende lengte aan hoogspanningstracé leiden tot de totale trefkans bij bladworp per windturbine.

Tabel 3.3 Trefkans als gevolg van bladworp

Nummer	Type WT	Maximale effectafstand[8]	Tracé	Afstand tot tracé [m]	Trefkans bladworp per jaar
WT 01	Vestas V112	108 meter	MVL-2Z	72	$9{,}4 \times 10^{-06}$
WT 02	Vestas V112	108 meter	MVL-2Z	73	$9{,}4 \times 10^{-06}$
WT03	Vestas V112	108 meter	MVL-2Z	73	$9{,}4 \times 10^{-06}$
WT04	Vestas V112	108 meter	MVL-2Z	58	$6{,}7 \times 10^{-06}$
WT05	Vestas V112	108 meter	MVL-2Y	31	$1{,}2 \times 10^{-05}$
WT06	Vestas V112	108 meter	MVL-2Y	30	$1{,}3 \times 10^{-05}$
WT07	Vestas V112	108 meter	MVL-2Y	35	$1{,}2 \times 10^{-05}$
WT08	Vestas V112	108 meter	MVL-2Y	31	$1{,}2 \times 10^{-05}$
WT09	Vestas V112	108 meter	MVL-2Y	33	$1{,}2 \times 10^{-05}$
WT10	Vestas V112	108 meter	MVL-2Y	42	$1{,}1 \times 10^{-05}$
WT11	GE Haliade X	168 meter	MVL-1X	289	0
WT12	Siemens SG-DD-120	130 meter	MVL-1X	99	$3{,}8 \times 10^{-06}$

[8] De maximale effectafstand is de effectafstand uit Tabel 2.2 plus de helft van de kritische strook in Tabel 2.3.

3.4 Totale trefkans

De totale trefkans per windturbine wordt bepaald door de trefkansen van de faalscenario's gondelfalen, mastfalen en bladworp op te tellen.

Tabel 3.4 Opgetelde trefkansen als gevolg van de drie relevante faalscenario's

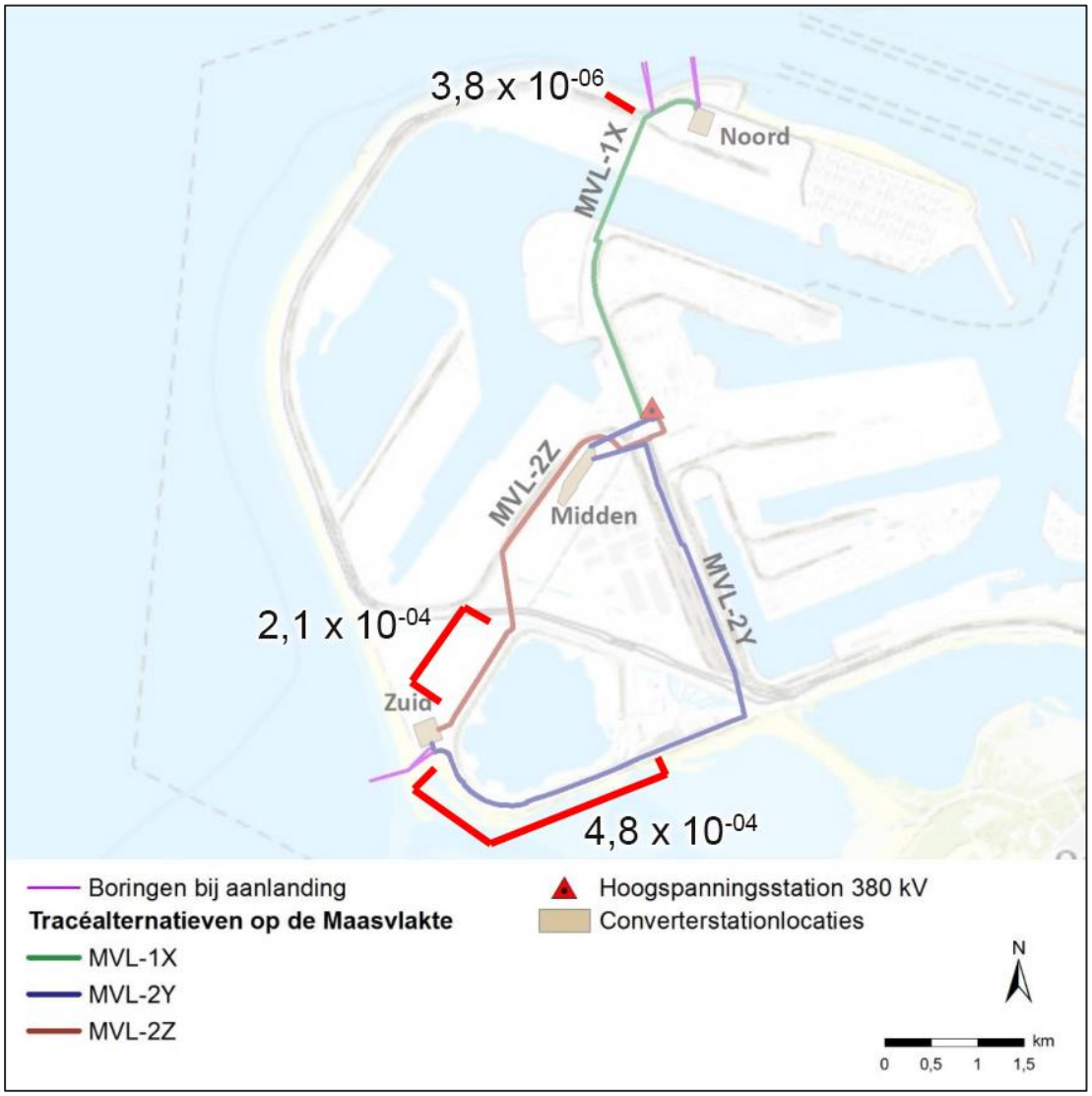
Nummer	Type WT	Tracé	Afstand tot tracé [m]	Trefkans per jaar	Kans van optreden
WT 01	Vestas V112	MVL-2Z	72	$5{,}0 \times 10^{-05}$	1 / 20.000 jaar
WT 02	Vestas V112	MVL-2Z	73	$5{,}0 \times 10^{-05}$	1 / 20.000 jaar
WT03	Vestas V112	MVL-2Z	73	$5{,}0 \times 10^{-05}$	1 / 20.000 jaar
WT04	Vestas V112	MVL-2Z	58	$5{,}5 \times 10^{-05}$	1 / 18.000 jaar
WT05	Vestas V112	MVL-2Y	31	$8{,}2 \times 10^{-05}$	1 / 12.000 jaar
WT06	Vestas V112	MVL-2Y	30	$8{,}5 \times 10^{-05}$	1 / 12.000 jaar
WT07	Vestas V112	MVL-2Y	35	$8{,}0 \times 10^{-05}$	1 / 13.000 jaar
WT08	Vestas V112	MVL-2Y	31	$8{,}2 \times 10^{-05}$	1 / 12.000 jaar
WT09	Vestas V112	MVL-2Y	33	$8{,}2 \times 10^{-05}$	1 / 12.000 jaar
WT10	Vestas V112	MVL-2Y	42	$7{,}2 \times 10^{-05}$	1 / 14.000 jaar
WT11	GE Haliade X	MVL-1X	289	0	0
WT12	Siemens SG-DD-120	MVL-1X	99	$3{,}8 \times 10^{-06}$	1/ 263.000 jaar

Per tracé zijn de opgetelde trefkansen per jaar in Tabel 3.5 en Figuur 3.1 weergegeven. Deze waarden gelden voor de kabel van het tracé wat het dichtst is gelegen bij de windturbines.

Tabel 3.5 Opgetelde trefkansen als gevolg van de drie relevante faalscenario's per kabeltracé

Tracé	Trefkans per jaar	Kans van optreden
MVL-2Z	$2{,}1 \times 10^{-04}$	1 / 5.000 jaar
MVL-2Y	$4{,}8 \times 10^{-04}$	1 / 2.000 jaar
MVL-1X	$3{,}8 \times 10^{-06}$	1 / 263.000 jaar

Figuur 3.1 Weergave totale trefkansen per tracé



4 AFWEGING TREFKANSEN

De aangegeven trefkansen die inzicht geven in de maximale kans op schade welke zou kunnen optreden als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines nabij de aangegeven tracéopties dienen te worden gezien als een maximale weergave. Een trefkans met een kans op voorkomen van 1 / 2.000 jaar kan ook worden gezien als een periode van uitval. Als de herstelwerkzaamheden van schade bijvoorbeeld 72 uur in beslag nemen dan is de gemiddelde te verwachten periode van stroomonderbreking per jaar circa 2 minuut en 16 seconden als gevolg van dit risico. De gevolgen van de onderbreking van de stroomlevering en de kans op schade kan gebruikt worden in de afweging van TenneT TSO BV over de te gebruiken tracés.

4.1 Aandachtspunten afweging

Een aantal aandachtspunten hebben sterk invloed op de getoonde resultaten in deze notitie:

- Gebruikt uitgangspunt van treffen = 100% schade;
- Potentiële verwaarloosbaarheid impact van een rotorblad;
- Aanleg landtracé deels dieper leggen of wijzigen ten opzicht van uitgangspunt.

4.1.1 Aanpassing uitgangspunt treffen = 100% kans op schade

In deze notitie is ervan uitgegaan dat het treffen van de kritische strook altijd fatale schade veroorzaakt aan de functionele werking van de stroomkabels. Dit betekent dat de trefkans voor 100% wordt vertaald in de kans op schade. Er zijn echter vele scenario's denkbaar waarbij een faalsituatie niet leidt tot schade aan de stroombekabeling. Zo kan bij mastfalen de mast van een windturbine deels falen waarbij de windturbineonderdelen niet het tracé treffen, kan een blad gedeeltelijk worden geworpen of zodanig landen dat er amper sprake is van een impact, en/of kan bij gondelfalen enkel de hub met rotorbladen neervallen in de plaats van de gehele gondel. Door in de berekeningen uit te gaan van beschermingsfactoren i.p.v. 100% kans op schade (zie ook paragraaf 2.3.4.3 van de Handleiding Risicobeoordeling Windturbines), die aangeven wat de kans is dat er geen schade optreedt, kan de kans op schade worden gereduceerd. Er zijn geen vaste waarden bekend van geschikte beschermingsfactoren voor ondergrondse hoogspanningskabels. Op basis van expert judgement zouden de volgende beschermingsfactoren van toepassing kunnen zijn:

- Impact van de mast: - Beschermingsfactor 0,5;
- Impact van de gondel – Beschermingsfactor 0,25;
- Impact van een rotorblad – Beschermingsfactor 0,1.

Tabel 4.1 Opgetelde trefkansen per tracé rekening houdend met beschermingsfactoren

Tracé	Trefkans per jaar	Kans van optreden
MVL-2Z	8.9×10^{-05} (-58%)	1 / 11.000 jaar
MVL-2Y	$2{,}0 \times 10^{-04}$ (-59%)	1 / 5.000 jaar
MVL-1X	$3{,}8 \times 10^{-07}$ (-90%)	1 / 2.600.000 jaar

4.1.2 Potentiële verwaarloosbaarheid impact van een rotorblad

Het is zeer onzeker of de impact van een rotorblad op een onder de grond gelegen elektriciteitskabel een zodanige schokgolf kan veroorzaken dat er significante schade aan de elektriciteitskabel optreedt. De gegevens over de hoeveelheid gronddekking boven de bekabeling, de sterkte van de bekabeling, het gewicht van een rotorblad, de gewichtsverdeling in een rotorblad en de lengte van een rotorblad kunnen allen invloed hebben of er schade kan optreden aan een ondergrondse elektriciteitskabel. Omdat de zeer grote rotorbladen (hier 56 en 60 meter) hun gewicht ook verdelen over een groot oppervlakte aan rotorblad is het aannemelijk dat de elektriciteitskabels niet kapotgaan door de impact van een rotorblad. Er zijn op het moment van schrijven van deze notitie bij de auteur geen praktijksituaties bekend waarbij een rotorblad een ondergrondse bekabeling heeft beschadigd. Als de impact van een rotorblad wordt verwijderd uit de trefkansanalyse dan blijven de volgende trefkansen resterend.

Tabel 4.2 Trefkans als gevolg van mastfalen en gondelfalen zonder rotorblad impact

Nummer	Afstand tot tracé [m]	Trefkans mastfalen	Trefkans gondelfalen	Totale trefkans (Afname in %)	Kans per jaar
WT 01	72	$3{,}2 \times 10^{-05}$	0	$3{,}2 \times 10^{-05}$ (-36%)	1 / 31.000 jaar
WT 02	73	$3{,}2 \times 10^{-05}$	0	$3{,}2 \times 10^{-05}$ (-36%)	1 / 31.000 jaar
WT03	73	$3{,}2 \times 10^{-05}$	0	$3{,}2 \times 10^{-05}$ (-36%)	1 / 31.000 jaar
WT04	58	$2{,}7 \times 10^{-05}$	0	$2{,}7 \times 10^{-05}$ (-51%)	1 / 37.000 jaar
WT05	31	$5{,}3 \times 10^{-05}$	0	$5{,}3 \times 10^{-05}$ (-35%)	1 / 19.000 jaar
WT06	30	$5{,}4 \times 10^{-05}$	0	$5{,}4 \times 10^{-05}$ (-36%)	1 / 19.000 jaar
WT07	35	$5{,}8 \times 10^{-05}$	0	$5{,}8 \times 10^{-05}$ (-28%)	1 / 17.000 jaar
WT08	31	$5{,}3 \times 10^{-05}$	0	$5{,}3 \times 10^{-05}$ (-35%)	1 / 19.000 jaar
WT09	33	$5{,}3 \times 10^{-05}$	0	$5{,}3 \times 10^{-05}$ (-35%)	1 / 19.000 jaar
WT10	42	$4{,}8 \times 10^{-05}$	0	$4{,}8 \times 10^{-05}$ (-33%)	1 / 21.000 jaar
WT11	289	0	0	0	0
WT12	99	0	0	0 (-100%)	0

Tabel 4.3 Opgetelde trefkansen per kabeltracé zonder impact bladtreffen

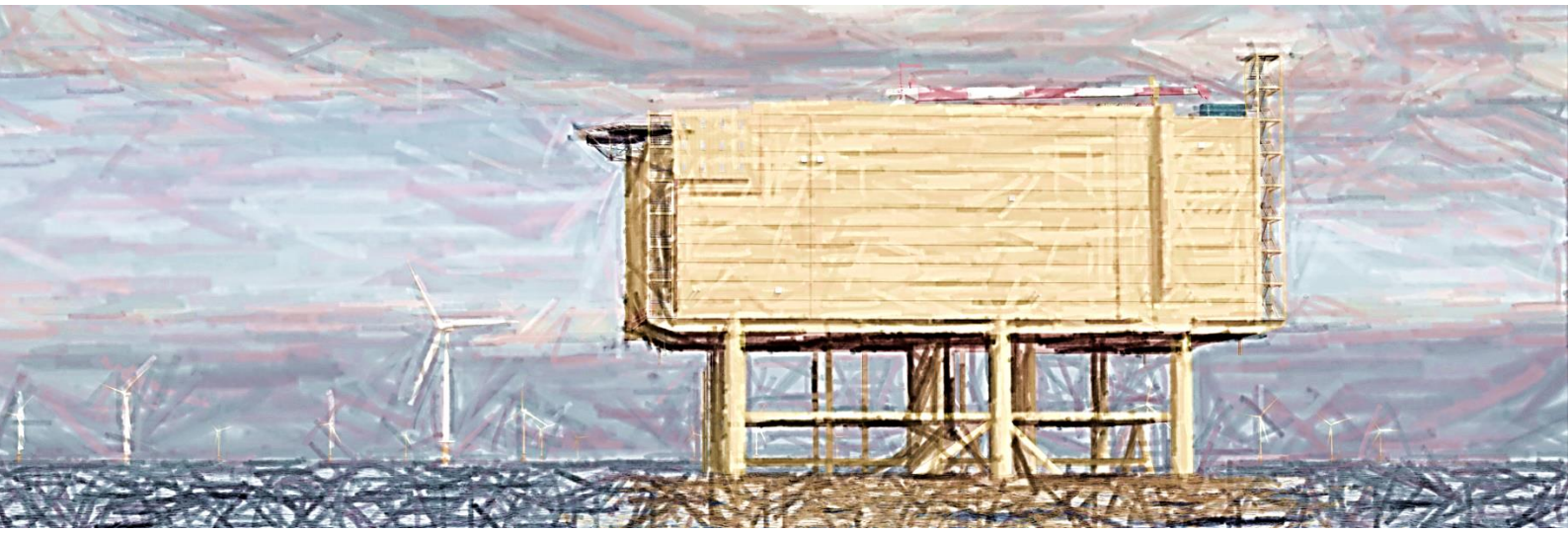
Tracé	Trefkans per jaar	Kans van optreden
MVL-2Z	$1{,}2 \times 10^{-04}$ (-40%)	1 / 8.000 jaar
MVL-2Y	$4{,}8 \times 10^{-04}$…(-34%)	1 / 3.000 jaar
MVL-1X	0 (-100%)	Nooit

4.1.3 Afweging aanvullende maatregelen

Als de trefkansen en de kans op schade te hoog worden geacht kan overwogen worden om lokaal nabij de windturbines de bekabeling dieper onder de grond te leggen eventueel met een gestuurde boring of om de bekabeling schokresistent uit te voeren (bijvoorbeeld in een betonnen bak. Ook kan de afstand vergroot worden tot buiten de effectafstanden van de windturbines zoals vermeld in de tabellen in deze rapportage. De geschiktheid, kosten en de uitwerking van dergelijke maatregelen dient nader te worden uitgezocht als een dergelijke optie wordt gekozen.

Net op zee IJmuiden Ver Beta

MER fase 2 – Bijlage XII-F Risicoanalyse veiligheid Net op zee IJmuiden Ver Beta



In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

MEMO

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

ONDERWERP
Risicoanalyse veiligheid tracé op land
Net op zee IJmuiden Ver Beta

DATUM
18 augustus 2021

AAN
Arcadis/Pondera en TenneT

PROJECTNUMMER
30069169

ONZE REFERENTIE
D10025403:78

Aanleiding:
In het windenergiegebied IJmuiden Ver worden windparken gebouwd. Deze windparken produceren elektriciteit die via ondergrondse hoogspanningsverbindingen naar land moet worden getransporteerd. Eén van deze twee verbindingen is Net op zee IJmuiden Ver Beta (de andere verbinding is Net op zee IJmuiden Ver Alpha). Het Net op zee IJmuiden Ver Beta bestaat uit een platform op zee, ondergrondse gelijkstroomkabels op zee en op land, en een converterstation op de Maasvlakte. Deze notitie gaat in op eventuele gevolgen voor veiligheid op land tijdens de operationele fase van Net op zee IJmuiden Ver Beta. Figuur 1 laat de ligging op de Maasvlakte van het tracé en converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta zien. Het gehele tracé ligt ondergronds, en is een 2 GW gelijkstroom (DC) verbinding.



Figuur 1 Net op zee IJmuiden Ver Beta (tracé op land en converterstation)

In het MER fase 1 is als onderdeel van het milieuaspect veiligheid alleen bekeken of de tracéalternatieven en locaties voor het converterstation binnen 800 m contouren van risicovolle buisleidingen en installaties liggen. De

grens van 800 meter komt voort uit het beleid van TenneT. Deze informatie was toereikend voor de vergelijking van de tracéalternatieven en locaties voor het converterstation, maar volstaat niet voor het inpassingsplan.

In het inpassingsplan bestaat het aspect veiligheid uit een aantal elementen:

1. niet gesprongen explosieven (NGE);
2. leveringszekerheid TenneT (wat is de invloed van omliggende risicobronnen op deze leveringszekerheid);
3. beperkingen/hinder voor omliggende bestemmingen;
4. het converterstation (een converterstation is geen BEVI inrichting maar kent mogelijk wel veiligheidsrisico's). De VNG brochure 'Bedrijven en milieuzonering' hanteert als indicatieve hinderafstand 50 m rondom een transformatorstation;
5. als buisleidingen nabij liggen: een toets aan het besluit externe veiligheid buisleidingen.

Deze notitie betreft alleen de voor veiligheid relevante elementen genoemd onder 4 en 5 tijdens de operationele fase van Net op zee IJmuiden Ver Beta, en gaat in op risicobronnen in de nabijheid van het kabeltracé en het converterstation.

De kabel en het converterstation zijn zelf geen risicobron en hebben geen invloed op de veiligheidsrisico's van bestaande bedrijven, die blijven zoals ze zijn. Deze notitie bekijkt of de kabel en het converterstation inpasbaar zijn in de omgeving, daarbij is gekeken naar:

- Risico's vanuit de omgeving op de kabel en/of converterstation;
- Risico's/gevolgen op de omgeving door de kabel en het converterstation.

Voor de integriteit van de kabels en converterstations zijn alleen brand- en explosie-effecten van belang; toxische effecten zijn niet relevant en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Magneetvelden (EMV) en elektromagnetische compatibiliteit (EMC) worden in separate studies beschouwd.

Relevant kader Externe veiligheid

Het beleid voor externe veiligheid is geregeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), het besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt). Risicobronnen zijn bijvoorbeeld inrichtingen waar wordt gewerkt met gevaarlijke stoffen. Ook transport van gevaarlijke stoffen over weg, spoor, water en door buisleidingen kan een risico vormen. De impact voor de omgeving wordt door middel van risicocontouren vastgelegd. Deze risicocontouren zijn onder andere terug te vinden op de risicokaart.

Een ondergrondse hoogspanningsverbinding en een hoogspanningsstation en het converterstation zijn geen risicovolle inrichtingen in het kader van het Bevi. Ook zijn het Bevb en Bevt niet van toepassing[1]. De ondergrondse hoogspanningsverbinding brengt geen externe veiligheidsrisico's met zich mee voor gevoelige functies (zoals woningen) die zich in de nabijheid van de ondergrondse hoogspanningsverbinding bevinden. Voor de volledigheid is in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** wel weergegeven welke kwetsbare objecten zich in de nabijheid van het tracé en converterstation bevinden en of er invloed te verwachten is.

[1] Het Besluit externe veiligheid buisleidingen (voor het transport van gevaarlijke stoffen (Bevb) is niet van toepassing omdat de kabels en converterstation niet worden beschouwd als een object met hoge infrastructurele waarde omdat ze geen onderdeel uitmaken van het landelijk hoogspanningsnet, het geen elektriciteitscentrale betreft en de algehele stroomvoorziening niet in gevaar komt bij het uitvallen van de kabels of het converterstation. Daarbij liggen het converterstation en de kabels niet binnen de 10^{-6} contouren van buisleidingen. Ook is van een verhoging van groepsrisico geen sprake omdat er nauwelijks personen aanwezig zijn bij het converterstation.
Het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) (voor gevaarlijke stoffen) t is niet van toepassing omdat de kabels en converterstation niet worden beschouwd als een object met hoge infrastructurele waarde omdat ze geen onderdeel uitmaken van het landelijk hoogspanningsnet, het geen elektriciteitscentrale betreft en de algehele stroomvoorziening niet in gevaar komt bij het uitvallen van de kabels of het converterstation. Daarbij liggen het converterstation en de kabels niet binnen de 10^{-6} contouren van transportroutes. Ook is van een verhoging van groepsrisico geen sprake omdat er nauwelijks personen aanwezig zijn bij het converterstation.

Werkwijze

Aanpak analyse risico's veiligheid vanuit de omgeving op de kabel en/of converterstation

De analyse van risico's vanuit de omgeving op de gebruiksfase van de kabel en/of het converterstation is als volgt uitgevoerd:

1. Inventarisatie van alle bedrijven en kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied (800 m aan beide zijden van het kabeltracé en rondom het converterstation), inclusief toelichting op het type bedrijf en de relevante risico-scenario's. Dit is gedaan op basis van de risicokaart. Het invloedsgebied komt voort uit het beleid van TenneT.
2. Beoordeling van welke bedrijven de integriteit van de kabels en/of converterstation zouden kunnen schaden. Voor de integriteit van de kabel en converterstation zijn alleen scenario's met een brand- en/of een explosie effect van belang. De beoordeling is gedaan op grond van de volgende criteria:
    a. Brandcontouren:
        i. 10 kW/m2, bij deze hittestraling is sprake van 1% letaliteit en is de inzet van hulpdiensten beperkt mogelijk, diverse brandhaarden, vervorming van hout en kunststof. Breuk dubbelglas tot 40 meter;
        ii. 35 kW/m2, bij deze hittestraling is sprake van 100% letaliteit en is inzet van hulpdiensten niet mogelijk, onherstelbare schade, alle brandbare materialen gaan branden.
    b. Explosie contouren:
        i. 0,1 bar overdruk, herstelbare schade, schade aan deurposten, bewoonbaar na kleine reparaties.
        ii. 0,3 bar overdruk, zware schade, onherstelbare schade 50-70% van de buitenmuren zijn zwaar beschadigd. De overige muren zijn onbetrouwbaar geworden.
3. Voor de voorgenoemde brand- en/of explosie contouren die:
    a. Niet overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie is er geen effect van deze bedrijfsactiviteit op het initiatief te verwachten. Er is geen verdere analyse nodig;
    b. Wel overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie, is beschreven wat de gevolgen van deze impact is.

De resultaten van bovenstaande stappen staan in Tabel 1 en Tabel 2, Figuur 2 en Figuur 3 laten de ligging van de bedrijven en risicocontouren zien.

Aanpak mogelijke invloed van kabeltracé en/of converter op de omgeving
De ligging van het kabeltracé en converterstation kan mogelijk van invloed zijn op de bedrijfsactiviteiten van de omliggende bedrijven. De invloed van de kabel en het converterstation op de bedrijfsactiviteiten van derden kan zijn: elektromagnetische invloed, zwerfstromen als secundaire ontstekingsbron en/of beïnvloeding van beveiligingssystemen bij de bedrijven in de directe omgeving. Deze informatie komt volledig uit een EMC studie; deze studie wordt separaat uitgevoerd.

Resultaten
In de onderstaande tabellen zijn de resultaten opgenomen van de beoordeling voor het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Hierin zijn de herkomst van een eventueel aanwezige risico-contour aangegeven en of die van invloed kan zijn op het tracé (Tabel 1) of converterstation (Tabel 2). Tevens is de mogelijke beïnvloeding van het tracé en converterstation naar de omgeving aangegeven. In de tabellen zijn de objecten genummerd en deze nummers corresponderen met de nummers op de figuren. De ligging van de risicocontouren van de bedrijven rondom het tracé en converterstation is weergegeven in Figuur 2. Figuur 3 laat de ligging van gevoelige objecten zien.

Tabel 1 Beoordeling van het tracé

Nr	Bedrijf	Achtergrond 10^{-6} contour		Invloed van object op plan	Invloed plan op object
		Brand	Explosie		
1	Buisleiding 800m Contour (gevaarlijke stoffen)	Ja	Nvt	Verschillende leidingen met gevaarlijke stoffen. Vanwege ligging geen invloed.	Geen invloed
2	Buisleidingen Shell	Ja	Nvt	Buisleiding met 30m contour Vanwege ligging geen invloed.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
3	C. Steinweg Handelsveem B.V.	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
4	Odin Warehousing	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
5	Distripark Maasvlakte	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
6	Pantos Logistics B.V.	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
7	Nippon Express Nederland B.V.	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
8	Neele-vat Transport	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
9	Autosteiger Hartelhaven	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
10	FutureLand	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
11	Van Gansewinkel Maasvlakte B.V. (Mineralz)	Nvt	Nvt	Terreingrens vanwege 4990l propaantank. Echter valt de risicocontour niet in de buurt van het converterstation of het tracé en is er dus geen eventuele invloed	Geen invloed
12	DB Cargo Locatie Maasvlakte	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
13	Star Depot Maasvlakte	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
14	DR Depots	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
15	Rotterdam Blending & Filling	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
16	EuroFrigo B.V.	Nvt	Nvt	Vanwege installatie en leidingen met Ammoniak. Beide 3600KG. Onderliggende risico's geen invloed op tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.

17	Broekman Logistics	Ja	Nvt	Opslag kleine hoeveelheid brandbare stoffen, geen invloed risico-contour binnen terreingrens	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
18	Europaweg (Prorails spoorweg)	Ja	Nvt	Contouren omtrent brand vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op leiding	Geen invloed.
19	Kloosterboer Delta Terminal	Nvt	Nvt	Vanwege ammoniak en koelinstallatie, toxische contour aanwezig, verder geen invloed op tracé.	Geen invloed
20	Rail Terminal/ProRail Maasvlakte	Ja	Nvt	Contouren omtrent brand vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op leiding.	Geen invloed, object.
21	Kramer groep Logistiek	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
22	Delta Reefer Care B.V. (Gasontvangst)	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
23	APM TR gebouw 19	Nvt	Nvt	Laad, los – en overslag/opslag van stoffen en goederen geen risico-contour	Geen invloed
24	Europe Container Terminals	Nvt	Nvt	Contour van 3100m vanwege de verschillende hoeveelheden opgeslagen stoffen	Geen invloed
25	ARGO Merchants Maasvlakte	Ja	Nvt	Vanwege opslag Ammoniak 6500KG toxische contour aanwezig, verder geen invloed op tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
26	Rotterdam Container Terminals	Nvt	Nvt	Door de opslag van containers met gevaarlijke stoffen wel een contour maar geen invloed op het tracé vanwege beperkt effect gebied.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
27	Uniper Maasvlakte	Ja	Nvt	Ligging risico-contour tot over de terreingrens maar gelet op de toxische aard en de ligging geen invloed op het tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
28	HES Hartel Tank Ter minal B.V.	Nvt	Ja	Door de opslag van containers met gevaarlijke stoffen wel een contour maar geen invloed op het tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
29	KoVa HSE B.V.	Ja	Ja	Contour van 1500m vanwege de opslag van verschillende gevaarlijke stoffen conform PGS15, Alleen toxisch risico	Geen invloed

Tabel 2 Beoordeling van het converterstation

Nr	Bedrijf	Achtergrond 10-6 contour		Invloed van object op plan	Invloed plan op object
		Brand	Explosie		
15	Rotterdam Blending & Filling	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
2	Buisleidingen Shell	Ja	Nvt	Buisleiding met 30m contour Vanwege ligging geen invloed.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
16	EuroFrigo B.V.	Nvt	Nvt	Vanwege installatie en leidingen met Ammoniak. Beide 3600KG. Onderliggende risico's geen invloed op station.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico wel.
4	Odin Warehousing	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
18	Europaweg (Prorails spoorweg)	Ja	Nvt	Contouren omtrent brand vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op leiding	Geen invloed
19	Kloosterboer Delta Terminal	Nvt	Nvt	Vanwege ammoniak en koelinstallatie, contour aanwezig, verder geen invloed op station vanwege afstand.	Geen invloed
6	Pantos Logistics B.V.	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
7	Nippon Express Nederland B.V.	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
8	Neele-vat Transport	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
10	FutureLand	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
17	Broekman Logistics	Ja	Nvt	Opslag kleine hoeveelheid brandbare stoffen, geen invloed	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico.
14	DR Depots	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
20	Rail Terminal/ProRail Maasvlakte	Ja	Nvt	Contouren omtrent brand vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op station	Geen invloed
29	KoVa HSE B.V.	Nvt	Nvt	Contour van 1500m vanwege de opslag van verschillende gevaarlijke stoffen conform PGS15, Alleen toxisch risico	Geen invloed



Figuur 2 Risicocontouren bedrijven nabij het Net op zee IJmuiden Ver Beta (land)



Figuur 3 Gevoelige objecten rond het Net op zee IJmuiden Ver Beta (land)

Conclusies

Langs het tracé Net op zee IJmuiden Ver Beta op de Maasvlakte zijn binnen 800 m aan weerzijde van het tracé en rondom het converterstation – een afstand die TenneT zelf hanteert- verschillende bedrijven met risico-contouren aanwezig.

Geen van de bedrijven vormt vanuit externe veiligheid een risico voor het tracé en het converterstation. Het tracé en het converterstation hebben vanuit EV-perspectief geen invloed op de omgeving.
Het tracé ligt binnen de 10^{-6}-contour van enkele bedrijfsactiviteiten. Gelet op de onderliggende oorzaak (toxisch of brand met beperkte effect afstand) van deze contouren is ook hier geen sprake van een risico voor het tracé en het converterstation.