

Bosch & van Rijn

Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht
030 – 677 6466

Auteurs

Steven Velthuisen MSc.

Opdrachtgever

Eneco



Opbrengstberekening WP Landtong Rozenburg

t.b.v. een milieueffectrapportage



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy



Opbrengstberekening WP Landtong Rozenburg

t.b.v. een milieueffectrapportage

Datum
9 september 2018

Versie
0.3

Versie		
0.1	SV	Eerste opzet
0.2	SV	VKA toegevoegd
0.3	JD	verwerken commentaar v0.3

Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2018

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1	INLEIDING	3
1.1	<i>Inleiding</i>	3
1.2	<i>Windturbinetypes</i>	3
1.3	<i>Voorkeursalternatief</i>	4
HOOFDSTUK 2	BEREKENING	5
2.1	<i>Inleiding</i>	5
2.2	<i>Windsnelheid</i>	5
2.3	<i>Vermogen</i>	7
HOOFDSTUK 3	RESULTATEN	8
3.1	<i>Bruto-productie</i>	8
3.2	<i>Netto-productie</i>	8
3.3	<i>Mitigatie slagschaduw</i>	9
HOOFDSTUK 4	CONCLUSIE	10
BIJLAGE A	IN- EN UITVOERGEGEVENS	11

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Inleiding

In het MER voor windpark Landtong Rozenburg worden drie MER-alternatieven vergeleken met elkaar en met een referentiesituatie (het bestaande windpark) op het gebied van diverse milieueffecten. Een daarvan is de elektriciteitsproductie. Om de inrichtingsalternatieven met elkaar te kunnen vergelijken is in dit document een gefundeerde schatting gemaakt van de jaarlijkse elektriciteitsproductie van elk alternatief.

Voor het bepalen van de elektriciteitsproductie is een aantal invoergegevens van belang:

- Windsnelheidsverdeling op ashoogte; hiervoor is gebruik gemaakt van de KNMI-database met langtijdgemiddelden die wordt gebruikt door het softwarepakket GeoMilieu.
- Windturbinetypen: per alternatief is een type bekend waarvoor de productie is berekend.
- Power curve van de windturbines; fabrikanten van windturbines publiceren gegevens over hoeveel vermogen een windturbine levert bij elke windsnelheid.

Op basis van de resultaten van de diverse sectorale onderzoeken i.h.k.v. de m.e.r. is een voorkeursalternatief geformuleerd. Ook hiervoor is de berekening uitgevoerd.

1.2 Windturbinetypes

Het MER beschouwt drie alternatieven, die met name verschillen door de afmetingen, de aantallen en daarmee ook de turbinelocaties (zie tabel hieronder).

Naast de MER-alternatieven en de windturbines die momenteel op de landtong staan zijn er in 2015 twee extra windturbines gebouwd. Deze windturbines blijven staan. Om wel de volledige milieueffecten goed in beeld te krijgen zijn deze windturbines meegenomen bij de beschrijving van zowel de referentiesituatie als de MER-alternatieven. Het betreft twee windturbines van het type Vestas V90-3MW, met een ashoogte van 80 meter en een rotordiameter van 90 meter.

Tabel 1 MER-alternatieven.

	100/100	120/120	140/140	Referentie
Aantal nieuwe windturbines	13	12	8	0
Aantal bestaande windturbines	2	2	2	12
Aantal te verwijderen windturbines	10	10	10	0
Afmetingen				
Ashoogte (m)	100	120	140	78
Rotordiameter (m)	100	120	140	64
Tiphoogte (m)	150	180	210	110
Onderlinge afstand (ca.) (m)	400	400	750	300
Onderlinge afstand (aantal D)	4	3,3	5,4	4,7

1.2.1 Windturbinetypes

Per alternatief is een windturbintype geselecteerd dat representatief is voor de betreffende klasse van windturbines.

	Windturbintype	Vermogen (MW)
Bestaand, te verwijderen	Neg Micon NM64-1,5	1,5
Bestaand, blijven staan	Vestas V90 3MW	3,0
100/100	Vestas V100-2MW	2,0
120/120	Siemens SWT-2.5-120	2,5
140/140	Enercon E-141 EP4	4,2

Deze typen en vermogens leiden tot de volgende beschouwde situaties:

Opstelling	Vermogens	Parkvermogen (MW)
Referentie	10 x 1,5MW + 2 x 3 MW	21,0 MW
100/100	13 x 2MW + 2 x 3 MW	32,0 MW
120/120	12 x 2,5MW + 2 x 3 MW	36,0 MW
140/140	8 x 4,2MW + 2 x 3 MW	39,6 MW

1.3 Voorkeursalternatief

Mede op basis van de MER-alternatieven is een voorkeursalternatief bepaald, dat bestaat uit 11 windturbines die qua afmetingen binnen de volgende bandbreedte moeten vallen:

- Tiphoogte: minimaal 165 meter, maximaal 195 meter
- Rotordiameter: minimaal 110 meter, maximaal 130 meter
- Ashoogte: minimaal 110 meter, maximaal 130 meter.

Om de opbrengst van deze uiterste afmetingen van het voorkeursalternatief te berekenen (en te vergelijken met de MER-alternatieven) beschouwen we de volgende types:

Alternatief	Windturbintype	Ash. / Rotordiam. (m)	Parkvermogen (MW)
VKA onder	V110—2MW	110/110	22,0 MW
VKA boven	GE-3.2-130	130/130	35,2 MW

Hoofdstuk 2 Berekening

2.1 Inleiding

De verwachte jaargemiddelde elektriciteitsproductie is te berekenen met de jaargemiddelde windsnelheidsverdeling¹ van de windturbines en de zogenaamde 'power curve' die aangeeft hoeveel vermogen een bepaalde windturbine levert bij elke windsnelheid.

2.2 Windsnelheid

Voor het windaanbod op de locatie maken wij gebruik van de KNMI-dataset met langtijdgemiddelden. Deze dataset bevat gemodelleerde windsnelheden op hoogtes van 80 t/m 120 meter. Voor het alternatief met een ashoogte van 140 meter zijn de bijbehorende Weibull-factoren van de windsnelheidsverdelingen op 80, 100 en 120 meter geëxtrapoleerd naar 140 meter om een nieuwe windsnelheidsverdeling te verkrijgen.

De 'Weibull-verdeling' is een goede benadering voor een windsnelheidsverdeling. Deze heeft de vorm:

$$f(v) = \frac{k}{A} \left(\frac{v}{A}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{v}{A}\right)^k\right),$$

Waarin

v: de windsnelheid (m/s),

A: de Weibull-schaalfactor (m/s), een maat voor de karakteristieke windsnelheid;

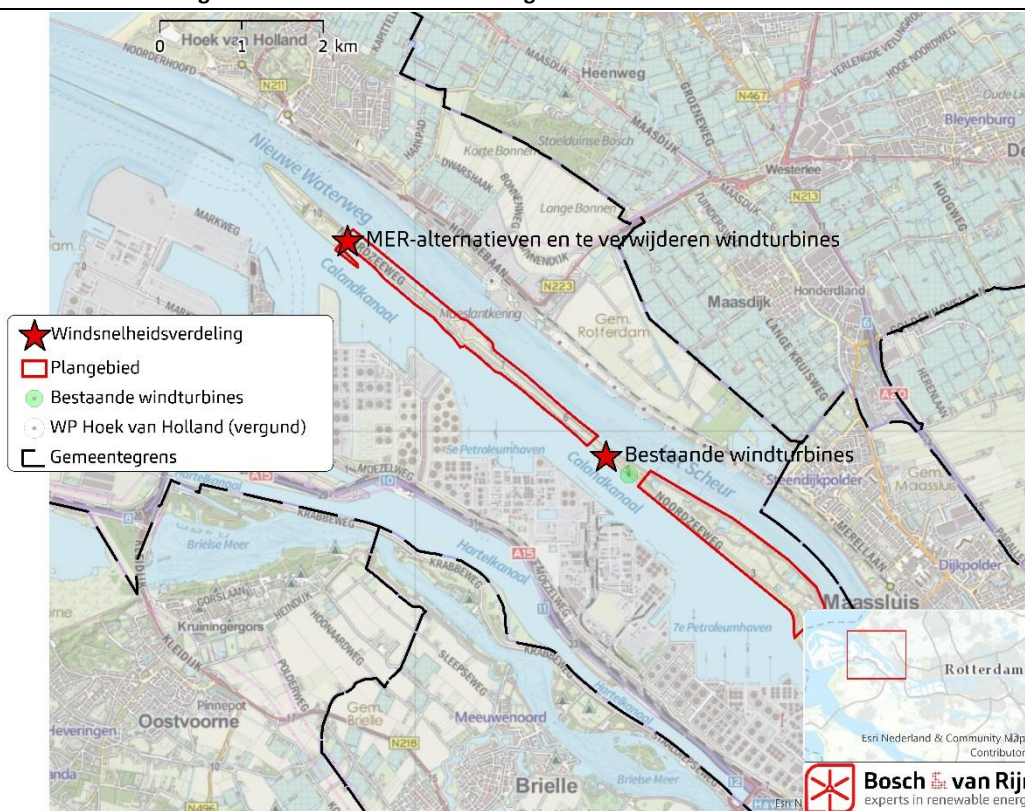
k: de Weibull-vormfactor, een maat voor de vorm van de verdeling, met een waarde tussen 1 en 3. Een kleine waarde voor k leidt tot een brede piek (veel verschillende windsnelheden). Een grote k (smalle piek) leidt tot een constanter windaanbod.

Door de verschillende Weibull-parameters in te vullen in bovenstaande functie vinden we een voorspelling van de windsnelheidsverdeling op deze locatie, op de verschillende hoogten.

Doordat de verschillende lijnopstellingen over een gebied van meerdere kilometers zijn uitgestrekt verschilt het windaanbod tussen de oost en de westzijde. Voor elk van de opstellingen is de windsnelheid aan de westzijde van de lijn berekend, hiermee wordt het maximale (positieve) effect in beeld gebracht.

¹ Een windsnelheidsverdeling zegt hoe vaak elke windsnelheid naar verwachting voorkomt.

Figuur 1 Locatie van de gebruikte windsnelheidsverdelingen.



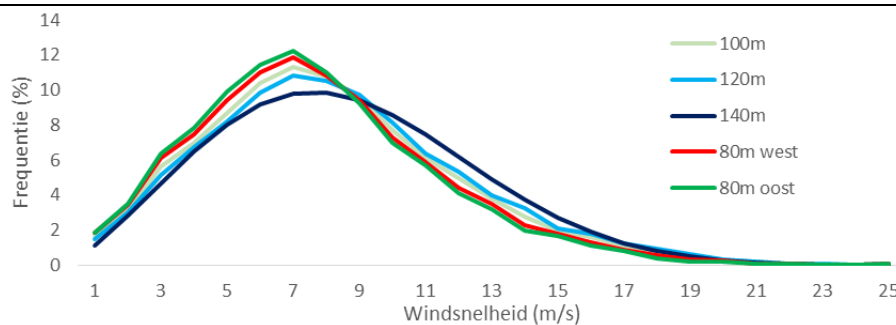
Tabel 2 Windsnelheidsgegevens op relevante ashoogtes. Bron: KNMI.

Ashoogte (m)	Weibull-A (m/s)	Weibull-k	gem. windsnelheid (m/s)
80m oost	8,63	2,19	7,2
80m west	8,82	2,19	7,4
100	9,19	2,18	7,7
110	9,34	2,19	7,9
120	9,46	2,20	8,0
130	9,59	2,34	8,1
140*	9,71	2,34	8,2

* De waarden op 130 en 140 meter zijn geëxtrapoleerd uit de gegevens op 80, 100 en 120 meter.

De relevante windsnelheden zijn in onderstaande figuur weergegeven.

Figuur 2 Windsnelheidsverdelingen op de verschillende relevante ashoogten.

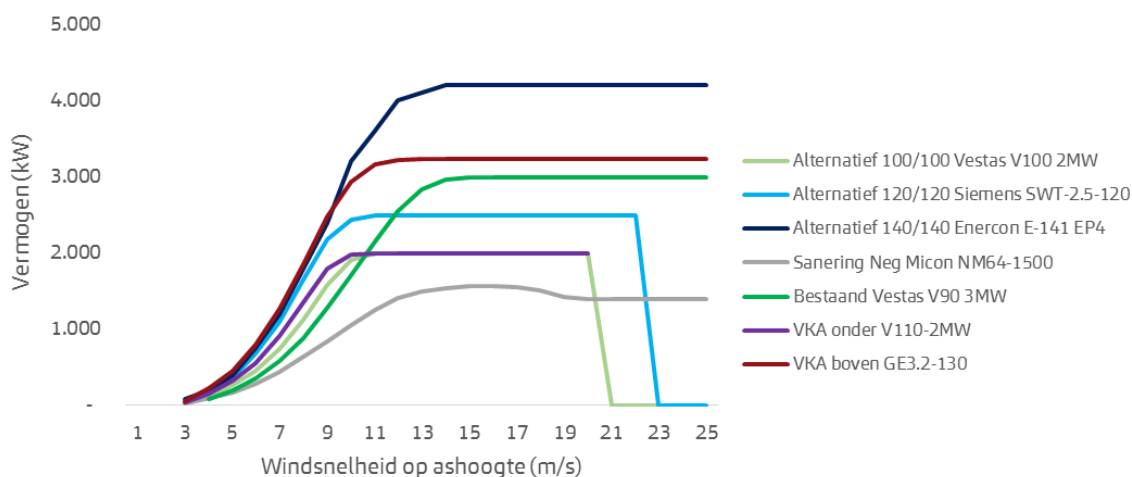


Voor het onderscheid tussen dag-, avond- en nachtperioden wordt alsnog gebruik gemaakt van de KNMI-gegevens, door per periode en per windsnelheid de procentuele afwijking van de etmaalwaarde toe te passen op de windsnelheidsgegevens uit de windstudie.

2.3 Vermogen

Elk windturbintype heeft een power curve, waaruit blijkt welk vermogen de windturbine heeft bij elke windsnelheid.

Figuur 3 Power curves van de onderzochte windturbintypes.



Hoofdstuk 3 Resultaten

3.1 Bruto-productie

Door voor elke windsnelheid het aantal verwachte uren in een jaar te vermenigvuldigen met het bij die windsnelheid horende vermogen is de bruto jaarproductie van elke windturbine te berekenen. Onderstaande tabel toont deze bruto productie per windturbine en per park.

	Alternatief	Type	Bruto per type	aantal	Bruto wp
MER	100/100	V100-2MW	7.868	13	102.281
	120/120	SWT-2.5-120	10.944	12	131.322
	140/140	E-141 EP4	15.734	8	125.870
VKA	VKA onder	V110-2MW	8.703	11	95.734
	VKA boven	GE-3.2-130	13.815	11	151.966
Bestaand	Saneren	NM64-1500	4.722	10	47.219
	Bestaand	V90-3MW	7.368	2	14.736

Zie ook Bijlage A.

3.2 Netto-productie

De netto jaarproductie van de MER-alternatieven en het voorkeursalternatief is vervolgens berekend door de bruto productie te vermenigvuldigen met het aantal windturbines en schatting van de afslag te maken die optreedt door parkverliezen, onderhoud, storing en transportverliezen.

Hierbij is, op basis van expert judgment van de auteurs, de volgende verliesfactoren aangehouden:

Tabel 3 Schatting van de verliesfactoren per opstelling om te komen van een netto- tot een brutoproductie, op basis van de onderlinge tussenafstand. Uitgedrukt in het aantal rotordiameters D.

Opstelling	Tussenafstand*	Verliesfactor
Bestaand, te verwijderen	4,7D	11%
Bestaand, blijven staan	4,0D	12%
100/100	4,0D	12%
120/120	3,3D	15%
140/140	5,4D	10%
VKA onder	3,5D	12%
VKA boven	2,9D	15%

In een later stadium zal, ten behoeve van de financiële voorbereiding van een investeringsbeslissing, een uitgebreidere analyse gemaakt worden van de verwachte jaarproductie van de voorgenomen opstelling.

Tabel 4 **Netto-productie per alternatief. De opbrengst van de twee windturbines die blijven staan is apart opgenomen.**

Alternatief	Type	Aantal	Afslag	Vermogen (MW)		Productie (MWh/jaar)	
				per wtbt	park	per wtbt	park
Bestaand, te verwijderen	NM64-1500	10	11%	1,5	15,0	4.202	42.024
Bestaand, blijven staan	V90-3MW	2	12%	3,0	6,0	6.484	12.967
100/100	V100-2MW	13	12%	2,0	26,0	6.923	90.005
120/120	SWT-2.5-120	12	15%	2,5	30,0	9.302	111.626
140/140	E-141 EP4	8	10%	4,2	33,6	14.160	113.281
VKA onder	V110-2MW	11	12%	2,0	22,0	7.659	84.246
VKA boven	GE-3.2-130	11	15%	3,2	35,2	11.743	129.171

3.3 Mitigatie slagschaduw

Voor slagschaduw is bekend hoeveel uur de windturbines van elk alternatief per jaar moeten stilstaan om aan de norm te voldoen. In dit onderzoek maken we de aanname dat deze stilstand niet gerelateerd is aan de windsnelheid. Daardoor kunnen we de totale stilstand vermenigvuldigen met de windsnelheidsverdeling en de power curve om de mitigatieverliezen te berekenen.

De benodigde stilstand is berekend in het slagschaduwrapport dat ook een bijlage is bij het MER.

Tabel 5 **Benodigde stilstand in uren per jaar om normoverschrijding a.g.v. slagschaduw te voorkomen, en de bijbehorende mitigatieverliezen (derving) in MWh/jaar en als percentage van de productie.**

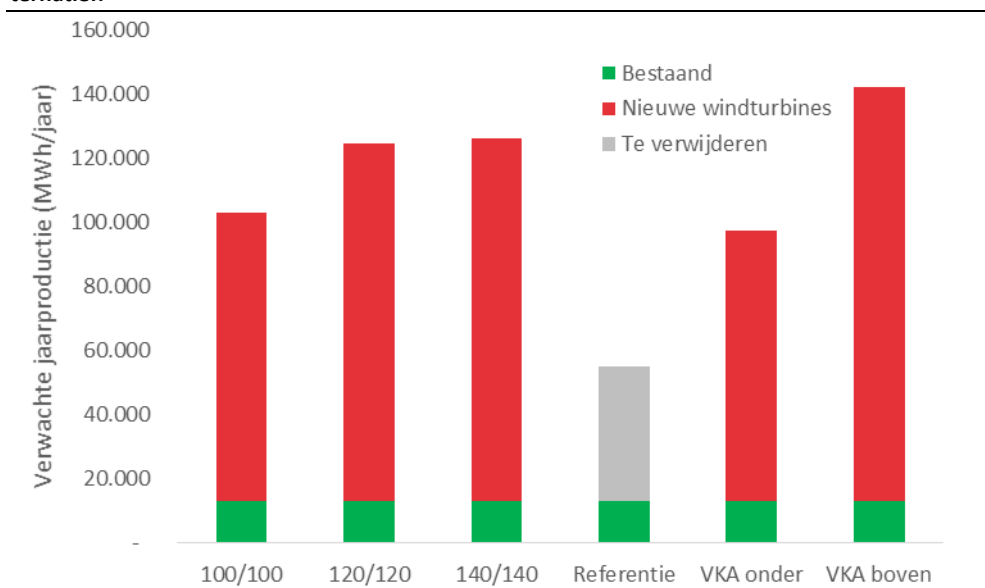
Alternatief	Type	Stilstand (uren/jaar)	Derving (MWh/jaar)	Derving (%)
100/100	V100-2MW	3:40	4	0,00%
120/120	SWT-2.5-120	18:02	26	0,02%
140/140	E-141 EP4	15:56	34	0,03%
VKA onder	V110-2MW	4:35	5	0,01%
VKA boven	GE-3.2-130	29:18	54	0,04%

Hoofdstuk 4 Conclusie

In dit rapport is van 3 MER-alternatieven en 2 VKA-alternatieven de verwachte jaar-opbrengst berekend op basis van het lokale windaanbod en de power curves van de fabrikanten. Dezelfde berekening is ook uitgevoerd voor het huidige windpark en het voorkeursalternatief.

De resultaten staan samengevat in onderstaande figuur.

Figuur 4 Opbrengst in MWh/jaar van de drie MER-alternatieven, de referentiesituatie en het voorkeursalternatief.



Doordat de windturbines soms stilgezet moeten worden om normoverschrijdende slagschaduw te voorkomen treedt er enige derving op. Deze is voor alle alternatieven gering (max. 0,04% van de totale productie, in geval van VKA bovengrens).

Bijlage A In- en uitvoergegevens

Tabel 6 Windsnelheidsverdeling, power curve en productie.

Windsnelheidsverdeling (%)								Power curves (kW)							Bruto productie (MWh/jaar)						
m/s	80m west	80m oost	100m	110m	120m	130m	140m	V100	SWT-2.5	E-141	NM64	V90	V110	GE-3.2	V100	SWT-2.5	E-141	NM64	V90	V110	GE-3.2
1	1,8	1,9	1,7	1,6	1,5	1,2	1,1													-	-
2	3,4	3,5	3,1	3,1	3,0	2,9	2,8													-	-
3	6,1	6,4	5,6	5,3	5,1	4,8	4,7	16	49	80	29		33	56	8	22	33	16		15	24
4	7,5	7,8	7,0	6,8	6,7	6,6	6,5	113	165	200	87	77	149	215	69	97	114	56	53	89	125
5	9,4	9,9	8,7	8,4	8,2	8,2	8,0	261	363	400	160	190	321	449	199	260	281	132	165	237	323
6	11,0	11,5	10,4	10,1	9,9	9,3	9,1	448	674	750	273	353	554	791	408	583	601	263	354	489	646
7	11,9	12,3	11,3	11,1	10,8	9,9	9,8	741	1.090	1.200	441	581	909	1.263	734	1.035	1.027	459	624	883	1.098
8	10,8	11,0	10,7	10,6	10,5	9,9	9,8	1.119	1.644	1.800	632	886	1.354	1.857	1.053	1.513	1.554	599	853	1.256	1.619
9	9,4	9,2	9,6	9,6	9,7	9,5	9,4	1.577	2.183	2.400	840	1.273	1.788	2.473	1.332	1.863	1.983	692	1.030	1.507	2.052
10	7,3	7,0	7,7	8,0	8,1	8,6	8,6	1.901	2.441	3.200	1.052	1.710	1.973	2.933	1.289	1.740	2.409	672	1.047	1.384	2.203
11	5,9	5,7	6,1	6,2	6,4	7,4	7,5	1.986	2.495	3.600	1.246	2.145	1.998	3.164	1.065	1.396	2.356	639	1.066	1.092	2.050
12	4,4	4,1	5,0	5,2	5,3	6,1	6,2	2.000	2.500	4.000	1.408	2.544	2.000	3.221	871	1.169	2.174	543	922	909	1.718
13	3,5	3,2	3,8	3,9	4,0	4,8	4,9	2.000	2.500	4.100	1.490	2.837	2.000	3.230	666	880	1.768	457	800	675	1.354
14	2,3	2,0	2,8	3,0	3,3	3,6	3,7	2.000	2.500	4.200	1.542	2.965	2.000	3.230	488	712	1.375	306	520	529	1.017
15	1,8	1,7	2,0	2,1	2,1	2,6	2,7	2.000	2.500	4.200	1.562	2.995	2.000	3.230	345	464	998	242	433	365	729
16	1,3	1,1	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2.000	2.500	4.200	1.564	3.000	2.000	3.230	278	387	693	178	298	292	500
17	0,9	0,8	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	2.000	2.500	4.200	1.553	3.000	2.000	3.230	196	267	460	123	215	216	327
18	0,6	0,4	0,8	0,9	1,0	0,7	0,8	2.000	2.500	4.200	1.512	3.000	2.000	3.230	134	208	292	73	105	158	205
19	0,3	0,2	0,5	0,6	0,6	0,4	0,5	2.000	2.500	4.200	1.424	3.000	2.000	3.230	79	135	177	40	57	96	122
20	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	2.000	2.500	4.200	1.400	3.000	2.000	3.230	44	77	103	29	48	47	70
21	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	-	2.500	4.200	1.400	3.000		3.230		44	57	10	22	-	38
22	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	2.500	4.200	1.400	3.000		3.230		22	30	12	26	-	20
23	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-	4.200	1.400	3.000		3.230			15	6	13	-	10
24	-	-	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-	4.200	1.400	3.000		3.230			7			-	5
25	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-	4.200	1.400	3.000		3.230			3	8	18	-	2
gem.	7,81	7,64	8,14		8,38		8,60														
Bruto productie (MWh/jaar)															9.256	12.875	18.510	5.555	8.668	10.239	16.253
Verliesfactor															12%	15%	10%	11%	12%	12%	15%
Netto productie (MWh/jaar)															8.146	10.943	16.659	4.944	7.628	9.010	13.815
Vollasturen															4.073	4.377	3.966	3.296	2.543	4.505	4.317



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht
www.boschenvanrijn.nl



RAPPORT

Invloed Windpark Rozenburg op waterveiligheid waterkeringen

Kwantitatieve beoordeling invloed door ondergrondse
effecten op Verbindende Waterkering 8

Klant: Wolff Nederland Windenergie

Referentie: MABF6173R002F02.1

Versie: 2.1/Finale versie

Datum: 4 september 2018



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Netherlands
Maritime & Aviation
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Invloed Windpark Rozenburg op waterveiligheid waterkeringen

Ondertitel: Waterveiligheid WP Rozenburg
Referentie: MABF6173R002F02.1
Versie: 2.1/Finale versie
Datum: 4 september 2018
Projectnaam: WP Rozenburg
Projectnummer: BF6173
Auteur(s): Ilse Hergarden

Opgesteld door: Ilse Hergarden

Gecontroleerd door: Jurgen Cools

Datum/Initialen: 21-08-2018/JCO

Goedgekeurd door: Michiel de Jong

Datum/Initialen:

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	2
1.3	Afbakening	2
1.4	Beschrijving aanpak	2
2	Projectomschrijving	3
2.1	Projectlocatie	3
2.2	Windparkonderdelen	4
2.3	Projectfasering	5
2.4	Waterkering	5
2.5	Bestaande windturbines	6
3	Eisen voor de waterkering	7
3.1	Zonering waterkering	7
3.2	Normspecificatie	8
3.3	Eisen ten aanzien van veiligheid	8
3.4	Eisen ten aanzien van robuustheid	8
3.5	Eisen ten aanzien van beheer en onderhoud	8
4	Uitgangspunten en randvoorwaarden	9
4.1	Beschikbare informatie	9
4.2	Geometrie kering	9
4.3	Bodemopbouw	10
4.4	Grondparameters	10
4.5	Hydraulische belastingen	11
4.5.1	Waterstanden Calandkanaal	11
4.5.2	Waterstanden Nieuwe Waterweg	11
4.5.3	Grondwaterstanden	11
4.6	Faalkanseisen	12
4.7	Partiële veiligheidsfactoren	12
5	Belastingen	14
5.1.1	Belastingen tijdens de bouwfase	14
5.1.2	Belastingen tijdens de gebruiksfase	16
5.1.3	Belastingen tijdens de verwijderingsfase	17

6	Kwantitatieve beoordeling ondergrondse effecten	18
6.1	Bewezen sterkte waterkering in relatie tot trillingen	18
6.2	Relevante faalmechanismen	18
6.3	Beoordeling effecten op overloop en golfoverslag (HT)	21
6.4	Beoordeling op binnenwaartse stabiliteit (STBI)	22
6.5	Beoordeling op buitenwaartse stabiliteit (STBU)	24
6.6	Beoordeling op stabiliteit talud Calandkanaal (STBU)	26
6.7	Beoordeling effecten op opbarsten, piping en heave (STPH)	27
6.8	Beoordeling effecten voor bekleding	28
6.9	NWO's	28
7	Conclusies en aanbevelingen	29
7.1	Conclusies	29
7.2	Aanbevelingen	30
8	Referenties	31

Tabellen

Tabel 4-1 Grondparameters (karakteristieke waarden)	11
Tabel 4-2 Hydraulische belasting ten behoeve van beoordeling behorende bij signaleringswaarde (norm 1/100.000 per jaar)	11
Tabel 4-3 schadefactoren	12
Tabel 4-4 modelfactoren	12
Tabel 4-5 materiaalfactoren (verwerkt in rekenwaarden van de grondparameters)	12
Tabel 4-6 schematiseringsfactoren	13
Tabel 6-1 Omschrijving faalmechanismen (VTV2006)	18
Tabel 6-2: Relevante faalmechanismen per projectfase met mogelijk effect	21
Tabel 6-3 Resultaten berekening stabiliteit binnenwaarts – talud zijde Nieuwe waterweg	23
Tabel 6-4 Resultaten berekening stabiliteit buitenwaarts – talud zijde Calandkanaal	25
Tabel 6-5 Resultaten berekening stabiliteit buitenwaarts – talud Calandkanaal	26

Figuren

Figuur 1-1 Geplande locaties windturbines WP Landtong Rozenburg (in gele contour)	1
Figuur 2-1 Bestaande turbines op landtong richting Rozenburg (links) en nabij stormvloedkering (vanuit westen gezien, rechts)	3
Figuur 2-2 Hoogtegegevens uit AHN2-viewer	3
Figuur 2-3 Overzicht sectie indeling kering 208 (uit [Ref 1])	5
Figuur 3-1 Profiel sectie D1 Europoort 1	7

Figuur 3-2 Profiel sectie D2 Europoort 1	7
Figuur 4-1 Locatie Windturbine fundatie ten opzichte van kering	9
Figuur 4-2 Voorbeelden van sonderingen op projectlocatie	10
Figuur 5-1 Inschatting trillingssnelheden conform Muller (links) en CUR166 (rechts)	14
Figuur 5-2 Verwachte grondversnellingen	15
Figuur 6-1 Voorbeelden stabiliteitsberekeningen binnentalud	22
Figuur 6-2 Voorbeelden stabiliteitsberekeningen buitentalud	24
Figuur 6-3 Voorbeelden stabiliteitsberekeningen talud Calandkanaal	26
 Figuur A- 1 Locatie Verbindende Waterkering uit Hydraulische Randvoorwaarden 2006 [Ref 3]	32
Figuur A- 2 Trajectindeling nieuwe normering [Ref 4]	33
Figuur A- 3 Normering [Ref 4]	33
Figuur A- 4 Zonering kering RWS [Ref 5]	34
Figuur A- 5 Locaties geotechnische boringen opgenomen in DINO-loket	36
Figuur A- 6 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 1-1a en 2-2a [Ref 2]	37
Figuur A- 7 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 3-3a en 4-4a [Ref 2]	37
Figuur A- 8 Locaties uitgevoerde sonderingen positie 5-5a [Ref 2]	38
Figuur A- 9 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 6a en 7a [Ref 2]	38
Figuur A- 10 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 8a en 9a [Ref 2]	39

Bijlagen

A1	Verbindende Waterkering 8 (nu traject 208)
A2	Zonering primaire waterkering
A3	Profielen sectie D1 en D2 Europoort 1
A4	Bodemgegevens DINOloket
A5	Locaties Sonderingen Fugro
A6	Sonderingen
A7	Informatie waterstanden
A8	Bepaling faalkanseisen en afleiding veiligheidsfactoren
A9	Afleiding waterstanden
A10	Bepaling schematiseringsfactor
A11	Resultaten stabiliteitsberekeningen STBI
A12	Resultaten stabiliteitsberekeningen STBU
A13	Resultaten stabiliteitsberekeningen talud Calandkanaal

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Wolff Nederland Windenergie (WNW) heeft het voornemen om Windpark Landtong Rozenburg in de gemeente Rotterdam te ontwikkelen. De geplande ontwikkeling betreft:

- Het vervangen (repowering) van het bestaande windpark Landtong Rozenburg bestaande uit 10 turbines door 9 grotere turbines;
- Het plaatsen van 2 extra windturbines op de landtong in de richting van Rozenburg.

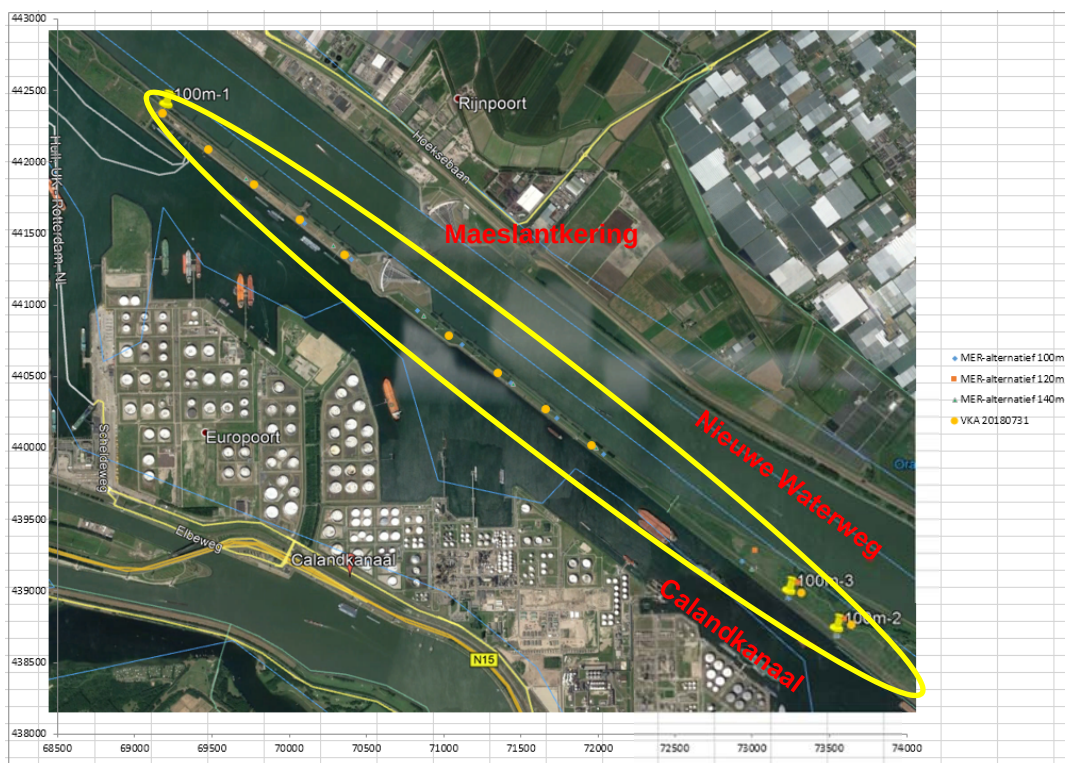
De milieueffectrapportage (MER) is opgesteld, waarin een aantal alternatieve opstellingen is onderzocht, zie Figuur 1-1. Als voorkeursalternatief (VKA) is de volgende opstelling voorgesteld:

- Rotordiameter 110 – 130 m;
- Ashoogte 110-130 m;
- 9 turbines ter plaatse van de bestaande turbines;
- 2 extra turbines.

Het windpark is voorzien op de landtong tussen de Nieuwe Waterweg en het Calandkanaal in de omgeving van de stormvloedkering (Maeslantkering).

Een aantal van de windturbines is voorzien in de kern- en beschermingszone van de primaire waterkering, Verbindende Waterkering 208 (Maeslantkering/Europoort, voorheen Stormvloedkering Nieuwe Waterweg en Europoort 8), zie bijlage A1 en A2.

In het kader van de Waterwet en ten behoeve van het MER is onderzocht wat de effecten van de windturbines zijn op de waterveiligheid (waterkerende functie van de bestaande keringen). De kering is in beheer bij Rijkswaterstaat (RWS).



Figuur 1-1 Geplande locaties windturbines WP Landtong Rozenburg (in gele contour)

1.2 Doel

Vanwege de voorgenomen ligging van (een aantal) van de windturbines in de kern- en beschermingszone van de kering dient te worden aangetoond dat de waterkerende functie is gewaarborgd tijdens de bouw, het gebruik en het verwijderen van het windpark. Daarnaast mag het doelmatig beheer en onderhoud aan de waterkering niet worden bemoeilijkt en moet de kering in de toekomst versterkt kunnen worden.

In april 2018 is een kwalitatieve beoordeling van de ondergrondse effecten van de beoogde windturbines op de veiligheid van de kering uitgevoerd, gerapporteerd en besproken met de opdrachtgever, RWS en PMB Rotterdam (document MABF6173R001F1.0 d.d. 30 april 2018).

Het doel van dit rapport is het uitvoeren van een kwantitatieve beoordeling van de ondergrondse effecten op de waterveiligheid.

Dit rapport bevat een beschrijving van de geïnventariseerde gegevens, afgeleide en met RWS afgestemde randvoorwaarden en uitgangspunten en resultaten van de beoordeling voor alle faalmechanismen die van belang zijn voor de waterveiligheid.

1.3 Afbakening

De gedetailleerde *kwantitatieve beoordeling* is uitgevoerd voor de *ondergrondse* (grondmechanische) effecten van de trillingen van de windturbines in de gebruiksfase. Daarnaast is gekeken naar de ondergrondse effecten tijdens de bouw- en verwijderfase door aanleg van de fundering en door ontgravingen, aanleg en gebruik van wegen en de bekabeling.

Beoordeling van de additionele faalfrequentie van de waterkering ten gevolge van *bovengrondse* effecten is geen onderdeel van deze rapportage. Bovengrondse effecten betreffen het mogelijk falen van de windturbines of een onderdeel hiervan tijdens de gebruiksfase. Dit is afzonderlijk beschouwd en gerapporteerd door Bosch&van Rijn.

1.4 Beschrijving aanpak

De analyse van de gevolgen door ondergrondse effecten betreft een beoordeling van alle relevante grondmechanische (faal)mechanismen voor de waterkering. In de kwalitatieve beoordeling zijn alle faalmechanismen beschouwd, in onderhavige kwantitatieve beoordeling zijn alleen nog de voor deze situatie relevante faalmechanismen beschouwd (zie eerder genoemde rapportage):

- Overloop en golfoverslag (HT)
- Piping (STPH)
- Macro-instabiliteit binnenwaarts (STBI)
- Macro-instabiliteit buitenwaarts (STBU)
- Instabiliteit van de bekleding (STBK)

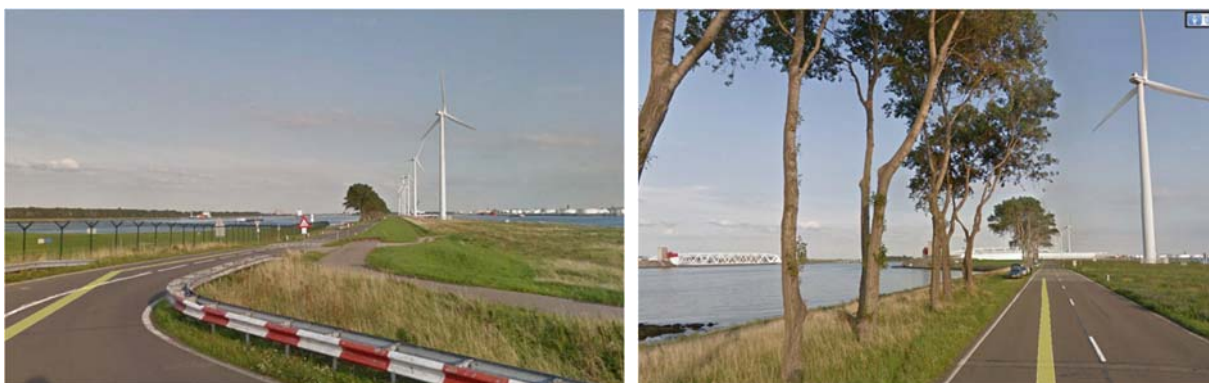
Voor genoemde faalmechanismen is bepaald wat de mogelijke effecten zijn op de sterkte en/of de belasting van de waterkering. De effecten zijn geanalyseerd voor alle projectfasen: bouw-, gebruiks- en verwijderfase. Mogelijke effecten zijn:

- Dynamische belastingen (trillingen) ten gevolge van het inheien van de funderingspalen;
- Dynamische belastingen (trillingen) ten gevolge van de windbelasting tijdens exploitatie;
- Belasting door hoofdkranen op de kraanopstelplaatsen;
- Belasting door hulpkranen en transport;
- Afname van de sterkte door ophoging of tijdelijke ontgravingen.

2 Projectomschrijving

2.1 Projectlocatie

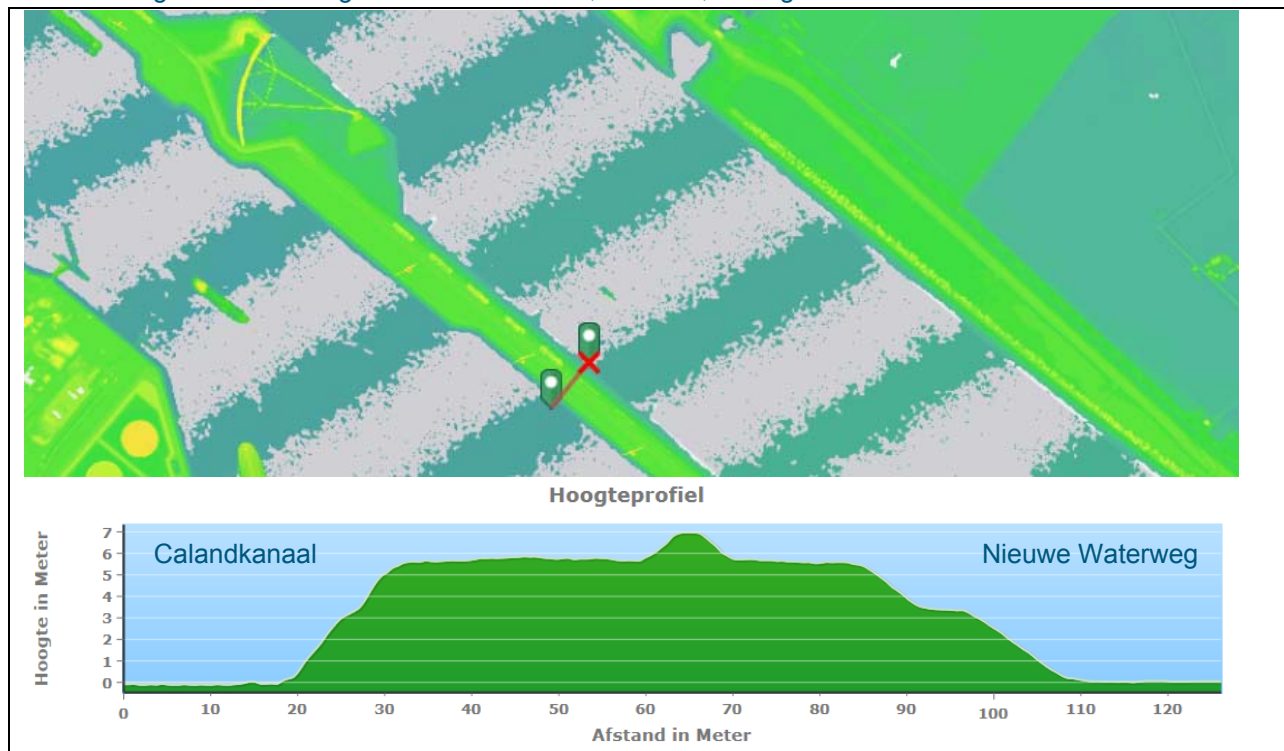
Het plan voor Windpark Landtong Rozenburg betreft de aanleg van 11 windturbines op de landtong aan de zuidzijde van de Nieuwe Waterweg. Vijf turbines zijn voorzien aan de Noordzee-zijde van de stormvloedkering, de overige aan de rivierzijde (Rozenburg) hiervan. In de huidige situatie bevindt zich al een aantal windturbines op de landtong, zie Figuur 2-1 en paragraaf 2.5.



Figuur 2-1 Bestaande turbines op landtong richting Rozenburg (links) en nabij stormvloedkering (vanuit westen gezien, rechts)

De lengte van de landtong waar de windturbines zijn gepland is circa 5.800 m. De breedte van de landtong bedraagt veelal circa 100 m, het deel waar de 2 extra turbines zijn voorzien is breder (tot maximaal ca. 400 m).

De landtong heeft een hoogte van circa NAP +5,5 à +7 m, zie Figuur 2-2.



Figuur 2-2 Hoogtegegevens uit AHN2-viewer

2.2 Windparkonderdelen

Voor de beoordeling van de effecten op de waterveiligheid van de waterkering wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende onderdelen:

- Windturbine en fundatie;
- Civiele werken: kraanopstelplaats en toegangswegen;
- Elektrische werken: windparkbekabeling.

Windturbine en fundatie

Op dit moment is nog niet bekend welk type windturbine toegepast zal worden. Bij de variantenanalyse wordt gekeken naar 3 typen uit de 3MW-klasse: rotordiameter tussen 110 m en 130 m, met ashoogtes tussen 110 m en 130 m. In de effect beoordeling is uitgegaan van de maatgevende windturbine. Indien gekozen wordt voor een ander type, dan dient te worden nagegaan of deze een gelijk (of geringer) gewicht heeft.

De fundering zal bestaan uit een ronde funderingsplaat, welke wordt gefundeerd op grondverdringende palen. De afmetingen van de fundering dienen nog ontworpen te worden na keuze van het type windturbine. De diameter van een fundering varieert veelal tussen 15 en 20 m. De globale plaatdikte is circa 1,5 m aan de rand en circa 3 m in het midden. De paallengte zal naar verwachting 30 à 40 m bedragen.

Voor de effectbeoordeling is uitgegaan van een ontgraving tot 1,5 m diepte en een diameter van 20 m op ontgravingsniveau.

Zodra de definitieve toe te passen windturbine is gekozen en de afmetingen van de fundatie bekend zijn, dient te worden geverifieerd of deze vallen binnen de aangehouden afmetingen/gewichten.

Kraanopstelplaats

Naast elke windturbine zal een kraanopstelplaats worden gerealiseerd. De afmetingen hiervan zijn over het algemeen circa 40x60 m².

De kraanopstelplaatsen dienen geschikt te zijn voor belastingen door rupsbanden of kraanstempels. De rekenwaarde van de maximale funderingsdruk bedraagt veelal 250 kPa (na spreiding door schotten). De fundering van de kraanopstelplaatsen is in deze fase nog niet uitgewerkt en zal in de ontwerpfase nader gedetailleerd worden. Gangbaar is een fundering bestaande uit een laag menggranulaat (0,5 à 1,5 m dikte, afhankelijk van de sterkte van de ondergrond). Meerdere lagen geogrids kunnen worden aangebracht om de laagdikte te minimaliseren. Bij een zeer zettingsgevoelige ondergrond kan een paalfundering nodig zijn, om zettingen te minimaliseren.

Toegangswegen

Transport naar en van de windturbinelocaties zal grotendeel plaatsvinden via de bestaande verhardingen, namelijk de Noordzeeweg en de bestaande verhardingen naar de huidige windturbines. Op een aantal locaties zal een nieuwe op- en afrit naar de weg worden aangelegd. De wegverharding bestaat doorgaans uit een laag menggranulaat van circa 400 mm op een laag geogrid (Tensar Triax TX160 of vergelijkbaar).

Windparkbekabeling

Voor de aansluiting van de windturbines zullen kabels worden aangelegd. De locatie(s) van de bekabeling is (zijn) nog niet bekend. De verwachting is dat de kabels parallel aan de Noordzeeweg zullen lopen, in de berm van de weg.

Voor de diepteligging en tijdelijke ontgraving voor de kabels wordt uitgegaan van een sleuf met een diepte van 1,0 m en een breedte van 0,3 m.

2.3 Projectfasering

In de beoordeling van de invloed van de windparkonderdelen op de functionaliteit van de waterkering zijn de volgende fasen onderscheiden:

- *Bouwfase*: deze fase betreft de realisatie van alle windparkonderdelen, waaronder het ontgraven ten behoeve van de fundering, het inbrengen van de palen, storten van beton en ontgravingen ten behoeve van de bekabeling;
- *Gebruiksfase*: het operationeel zijn van alle windparkonderdelen. De beoogde planperiode bedraagt 20 jaar;
- *Verwijderingsfase*: deze fase betreft het na de gebruiksfase, deels of volledig, verwijderen van de windparkonderdelen. Voor de verwijdering van de windturbinefundering is er vanuit gegaan dat de paalfundering gehandhaafd blijft.

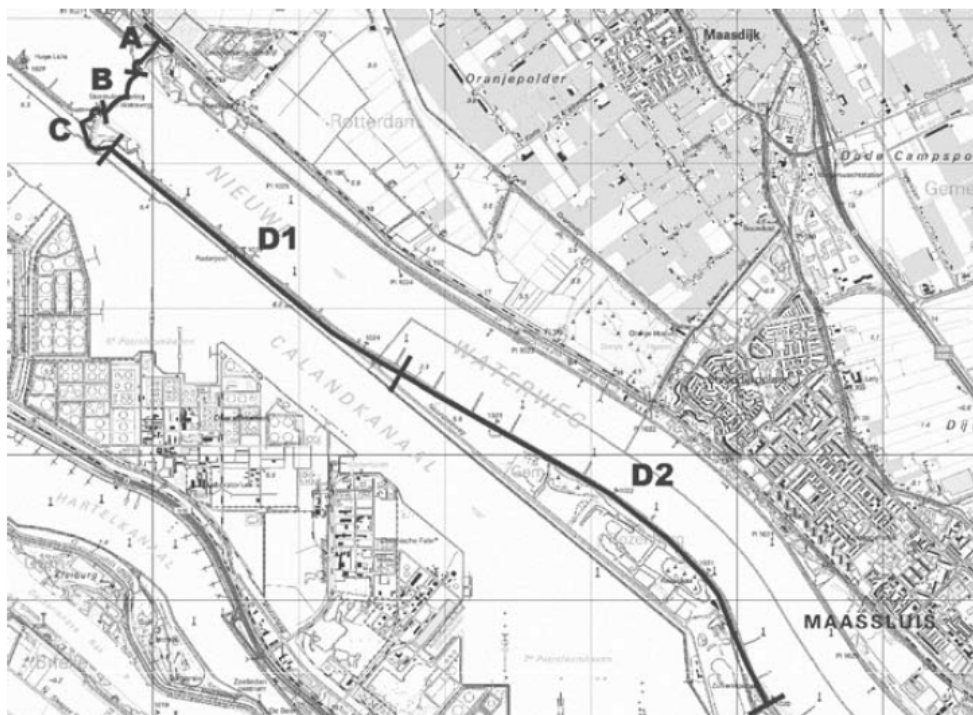
2.4 Waterkering

De te beoordelen waterkering Europoort I is onderdeel van dijktraject 208, zie Figuur A- 2 in bijlage A1. De waterkering is in beheer bij RWS. De totale lengte van het traject bedraagt 7,3 km.

Traject 208 vormt, samen met dijktraject 19-1 (Rozenburg) en traject 209 (Hartelkering), de verbinding tussen dijkkring 14 (Zuid-Holland, in beheer bij Hoogheemraadschap Delfland) en dijkkring 20 (Voorne-Putten, in beheer bij waterschap Hollandse Delta). De waterkering keert hoogwater vanuit de Noordzee (in het Calandkanaal).

Uit de Legger van RWS [Ref 1] blijkt dat het te beschouwen deel van de kering (Europoort I –EPK-1) als secties D1 en D2 worden aangeduid, zie Figuur 2-3.

De kernzone van de kering is aangegeven in Figuur A- 4 in bijlage A2. Ten zuidoosten van de stormvloedkering is de landtong over de gehele breedte onderdeel van de kernzone, tot de verbreding waar de 2 nieuwe turbines zijn gepland. Het deel van de landtong ten noordwesten van de stormvloedkering is geen onderdeel van de kernzone.



Figuur 2-3 Overzicht sectie indeling kering 208 (uit [Ref 1])

2.5 Bestaande windturbines

In 2007 is ter plaatse van de landtong Rozenburg een windpark aangelegd met 10 turbines. Onderstaand zijn de voor de geotechnische analyse relevante kenmerken van de bestaande windturbines opgenomen, gebaseerd op informatie uit [Ref 8] en [Ref 9]:

- De bestaande 10 windturbines bevinden zich aan de buitenzijde van de landtong. Turbines 1 t/m 5 bevinden zich ten westen van de stormvloedkering, buiten de kern- en beschermingszone van de kering. Turbines 6 t/m 10 bevinden zich op de buitenberm van de waterkering;
- De bestaande fundering bestaat uit een plaat van 15x15 m². De plaat is gefundeerd op vibropalen $\varnothing 406$ mm met een inheinniveau NAP -35 m. De bovenzijde van het funderingsblok is op NAP +5,8 m en de onderzijde op NAP +3,8 m. Uitgangspunt is dat de palen verticaal staan (geen indicatie dat schoorpalen zijn geadviseerd);
- Locatie 6 bevindt zich ter plaatse van het bredere deel van de landtong, net ten oosten van de stormvloedkering. De overige locaties bevinden zich ter plaatse van het smallere deel van de landtong. Uit het bovenaanzicht blijkt dat de fundering zich direct naast de knik in het buitentalud bevindt, de rand van de fundering is circa 15 m uit de buitenteen.

In de Wbr vergunning voor de aanleg van het bestaande windpark is opgenomen dat *'bij gehele of gedeeltelijke wijziging, vernieuwing of opruiming van de werken' de 'materialen die krachtens deze vergunning in de bodem aanwezig zijn, door of vanwege de vergunningshoudergeheel uit de bodem worden verwijderd'*.

Hoewel in de vergunning voorgeschreven, wordt afgeraden de bestaande palen te verwijderen. Ter plaatse van waterkeringen wordt (veelal) een fundering met een grondverdringend paalsysteem voorgeschreven, zodat de invloed van (het inbrengen) van de palen op de waterkering wordt beperkt. Bij het verwijderen van funderingspalen kan grond meekomen, dat leidt tot verzwakking van het buitentalud. Daarnaast kan door de holle ruimte eventueel een (nieuw) intredepunt worden gevormd voor piping.

3 Eisen voor de waterkering

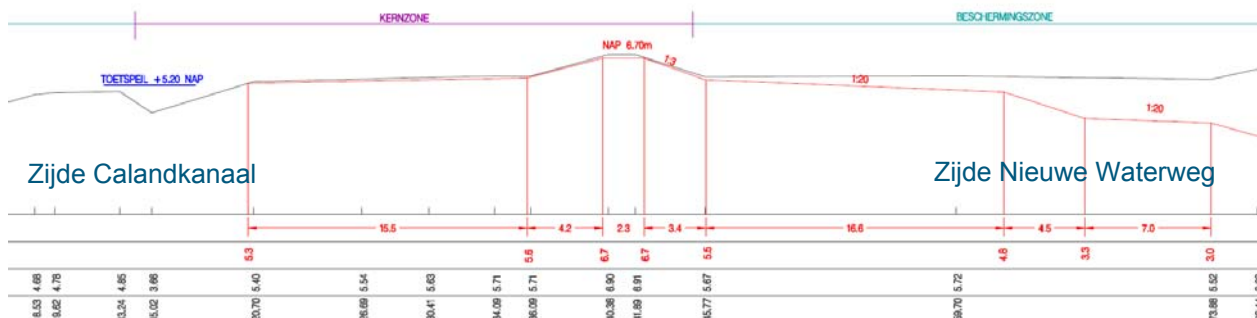
3.1 Zonering waterkering

In de beleidsregels voor het bouwen van windturbines in, op of over een waterkering [Ref 7] zijn eisen opgenomen ten aanzien van de veiligheid, robuustheid en beheer en onderhoud van primaire waterkeringen. Eisen zijn in veel gevallen gekoppeld aan de specifieke waterkeringszonering.

Onderstaand zijn de profielen van secties D1 en D2 opgenomen, zie ook bijlage A3. De kenmerken ten aanzien van de zonering zijn als volgt:

- Sectie D1: kernzone is 31 m breed, buitenberm is over een breedte van 15,5 m opgenomen in de legger, met een hoogte van NAP +5,4 à +5,7 m;
- Sectie D2: kernzone is 34 m breed, buitenberm is over een breedte van 19,5 m opgenomen in de legger, met een hoogte van NAP +4,7 à +5,6 m.

De beschermingszone is normaal gesproken 30 m breed, maar in dit geval is bij secties D1 en D2 een veel grotere afstand aangehouden, vanwege de diepte van het Calandkanaal en de Nieuwe Waterweg. De aangehouden breedte is hier 90 m aan de zijde van het Calandkanaal en 60 m aan de zijde van de Nieuwe Waterweg.



3.2 Normspecificatie

De normspecificatie voor de primaire waterkering, uitgedrukt in een overstromingskans per dijktraject, is conform [Ref 4] voor traject 208 vastgesteld op 1:100.000 per jaar (signaleringswaarde). De Maximaal Toelaatbare kans is een factor 3 groter dan de normspecificatie (afgerond op de dichtstbijzijnde normklasse) en is hier 1:30.000 per jaar. Uitgangspunt is, op dit moment, dat wordt getoetst aan de *signaleringswaarde*.

3.3 Eisen ten aanzien van veiligheid

Voor de waterkering gelden de volgende eisen:

- Plaatsing van windturbines in de kern- en de beschermingszone van de primaire waterkering wordt slechts toegestaan mits dit geen negatieve gevolgen heeft voor de waterkerende functie van de primaire waterkering;
- De veiligheid van de waterkering dient gewaarborgd te zijn bij de in paragraaf 0 genoemde norm (in overleg met RWS is uitgegaan van de signaleringswaarde);
- De ontwerplevensduur voor de windturbines is vastgesteld op 20¹ jaar. Dit betekent dat hoogte en stabiliteit van de kering voor een periode van minimaal 20 jaar gewaarborgd dient te zijn.

3.4 Eisen ten aanzien van robuustheid

Ten aanzien van de robuustheid (toekomstvastheid) gelden de volgende eisen:

- Uitgangspunt is dat een ontwerpwaterstand moet worden aangehouden die verwacht wordt aan het einde van de technische levensduur van 20¹ jaar. Dit is verder uitgewerkt in paragraaf 4.5;
- Constructies inclusief funderingen mogen het profiel van vrije ruimte en de waterkering niet doorsnijden. Bovenop het profiel van vrije ruimte zijn zij wel toegestaan. Paalfundaties van bouwwerken mogen buiten de kernzone het profiel van vrije ruimte wel doorsnijden, mits een grondverdringend paalsysteem wordt toegepast.

3.5 Eisen ten aanzien van beheer en onderhoud

Voor de waterkering gelden de volgende eisen:

- Werken mogen niet belemmerend zijn voor inspectie, monitoring of het algehele beheer van de waterkering;
- Het uitvoeren van het onderhoud van de kering moet op een doelmatige wijze mogelijk blijven;
- Het gebruik van de waterkering mag niet ten koste gaan van de kwaliteit van de grasmat en/of overige bekledingstypen.

¹ Opgemerkt wordt dat voor het ontwerpen van waterkeringen veelal wordt uitgegaan van een ontwerplevensduur van 50 jaar voor groene keringen en 100 jaar voor constructies.

4 Uitgangspunten en randvoorwaarden

4.1 Beschikbare informatie

Ten behoeve van de beoordeling van de effecten van de windturbine op de waterveiligheid is de waterkering geschematiseerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende onderzoeken en gegevens:

- Beschikbaar grondonderzoek:
 - o Sonderingen ter plaatse van de bestaande en beoogde turbine locaties (Fugro, 2004, 2015 en 2016), zie bijlage A5;
 - o Boringen ter plaatse van de landtong, zie bijlage A4;
- Informatie over grondparameters uit rapport van Fugro [Ref 2];
- Informatie over de kering uit leggerdocumenten [Ref 1].

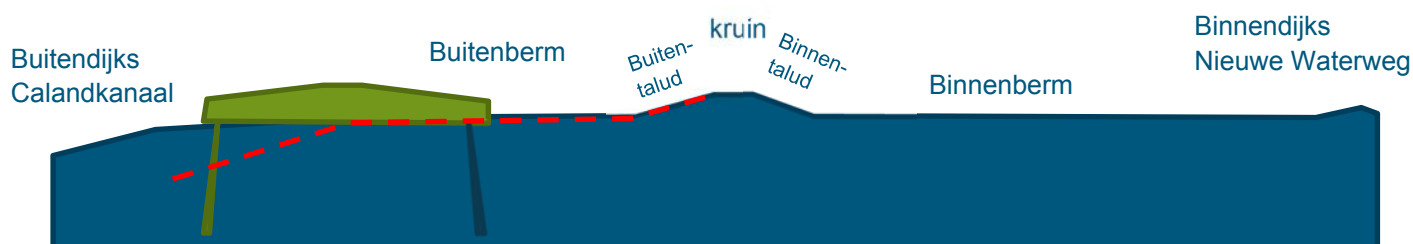
Opgemerkt wordt dat de beschikbare sonderingen zijn uitgevoerd ter plaatse van de toekomstige locatie(s) van de windturbines ter vervanging van de bestaande windturbines. Voor de nieuwe locaties zijn (nog) geen sonderingen uitgevoerd (zie bijlage A5).

4.2 Geometrie kering

Voor de analyse van de waterkering zijn twee doorsneden beschouwd: één ter plaatse van D1 (zie Figuur 3-1), en één ter plaatse van D2 (zie Figuur 3-2). Op basis van de legger en de in paragraaf 3.1 opgenomen profielen is uitgegaan van de volgende afmetingen van de waterkering:

	Profiel D1	Profiel D2
Kruinhoogte (tevens legger)	NAP +6,7 m	NAP +6,3 m
Kruinbreedte	2,3 m	2,5 m
Buitentalud helling	Ca. 1:4	Ca. 1:3
Buitenberm	NAP +4,7 à +5,7 m; 27,5 m breed	NAP +4,7 à +5,6 m; >29,5 m breed
Binnentalud helling	Ca. 1:3	Ca. 1:3
Binnenberm (legger)	NAP +3,0 à +5,5 m; 28,1 m breed	NAP +3,0 à +3,3 m; 6,9 m breed
Binnenberm werkelijk	NAP +4,7 à +5,7 m; 34 m breed	NAP +3,3 à +3,5 m; 6,7 m breed

De toekomstige windturbines zijn voorzien aan de buitenzijde van de kering (zijde Calandkanaal), op geringe afstand uit de buitenteen, zie schematische weergave in onderstaande figuur (Figuur 4-1). De exacte locatie van het fundament moet nog worden ontworpen. Vanuit de voorwaarden geldt dat de onderzijde van het fundament buiten het leggerprofiel moet blijven. In onderstaande figuur is ter indicatie het leggerprofiel aan de buitenzijde weergegeven (in rood), zie ook rode lijnen in Figuur 3-1 en Figuur 3-2.



Figuur 4-1 Locatie Windturbine fundatie ten opzichte van kering

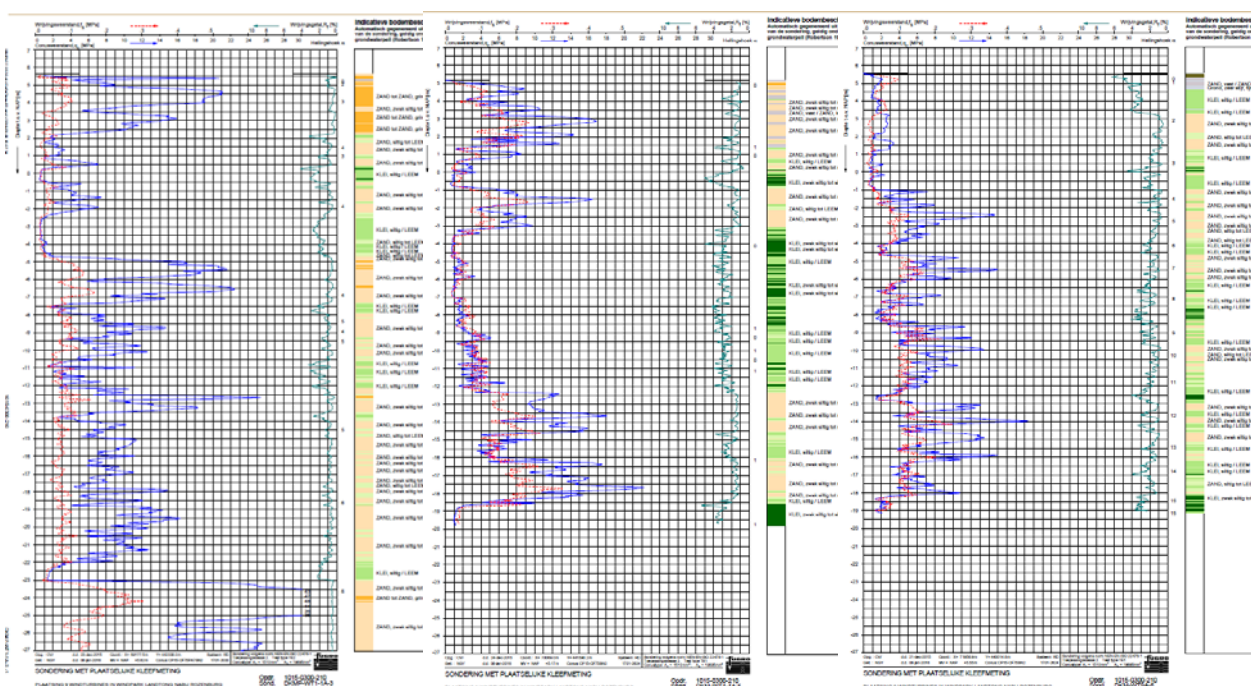
4.3 Bodemopbouw

Uit de resultaten van de sonderingen en boringen blijkt dat de ondergrond op de projectlocatie zeer heterogeen is en bestaat uit een afwisseling van zand- en kleilagen. Vanaf maaiveld (NAP +5 à +6 m) wordt meestal een zandlaag (dijksmateriaal) aangetroffen, los tot vast gepakt, vaak siltig. Vervolgens is een wisselende opbouw aanwezig met matig vast zand en kleiige lagen. De kleilagen zijn vaak 1 à 2 m dik, maar aaneengesloten kleiige pakketten van enkele meters komen ook voor. Ter plaatse van de noordelijk gelegen turbines (noordwestelijke zijde van de stormvloedkering) is de ondergrond wat zandiger dan de zuidoostelijk gelegen turbines. Vanaf NAP -17 à -23 m komen vast gepakte zandlagen voor. In Figuur 4-2 is een drietal voorbeelden van sondeerresultaten opgenomen.

WT1-1A-3

WT4-4A-5

WT9A-5



Figuur 4-2 Voorbeelden van sonderingen op projectlocatie

In de effectbeoordeling is de bodemopbouw als volgt geschematiseerd:

- Profiel D01: op basis van sonderingen bij WT6A, sondering DKM-WT6A-3, zie bijlage A6;
- Profiel D02: op basis van sonderingen bij WT9A, sonderingen DKM-WT9A-2 en DKM-WT9A-3, zie bijlage A6.

4.4 Grondparameters

In de volgende tabel (4-1) zijn de grondparameters voor de verschillende lagen gepresenteerd. De grondparameters voor de stabiliteitsberekeningen zijn bepaald op basis van de resultaten van het grondonderzoek, tabel 2.b uit de Eurocode, Handreiking ontwerpen met overstromingskansen (OI2014V4, RWS 2017), gangbare waarden uit de Schematiseringshandreiking Macrostabiliteit (RWS-WVL, 2016) en ervaring.

Tabel 4-1 Grondparameters (karakteristieke waarden)

grondsoort	Volumieke massa [kN/m ³] Verzadigd/droog	Mohr Coulomb model		CSSM model		
		Wrijvingshoek [°]	Cohesie [kPa]	m [-]	S [-]	POP [kN/m ²]
Klei, siltig, matig vast	17/17	22,5	5	0,9	0,25	15
Klei, lemig, vast	18/18	22,5	5	0,9	0,25	15
Zand, los/matig gepakt	19/17	30	0	-	-	-
Zand, matig/vast gepakt	20/18	32,5	0	-	-	-
Zand, kleiig en/of klei, zandig	19/17	27	0	-	-	-

4.5 Hydraulische belastingen

4.5.1 Waterstanden Calandkanaal

De hydraulische belastingen zijn afgeleid conform het document 'Werkwijze bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden' (Deltares, 2016). Deze werkwijze sluit aan bij het OI2014 [Ref 4].

De waterstanden zijn afgeleid voor het zichtjaar 2050 met behulp van het programma Hydro-NL. De resultaten zijn opgenomen in onderstaande tabel en bijlage A9.

Tabel 4-2 Hydraulische belasting ten behoeve van beoordeling behorende bij signaleringswaarde (norm 1/100.000 per jaar)

	Sectie D1	Sectie D2
Geotechnische beoordeling Norm 1/100.000 per jaar	NAP +6,85 m	NAP +6,90 m
Beoordeling hoogte (oploophoogte bij golfoverslag van 10 l/s/m, situatie 1/416.667 per jaar))	NAP +8,89 m	NAP +8,93 m

Opgemerkt wordt dat in de huidige situatie de waterkering onvoldoende hoog is, bij golfoverslag van 10 l/s/m.

Voor de maximale dagelijkse omstandigheden (voor de bouw- en gebruiksfase) wordt uitgegaan van de volgende gemiddelde hoogwaterstand: NAP +1,3 m, zie bijlage A6.

4.5.2 Waterstanden Nieuwe Waterweg

Voor de waterstand op de Nieuwe Waterweg is voor de hoogwatersituatie uitgegaan van NAP +2,1 m, zie bijlage A9.

Onder dagelijkse omstandigheden is de waterstand aangehouden op NAP +0,9 m.

4.5.3 Grondwaterstanden

Er zijn geen peilbuismetingen beschikbaar in het projectgebied. Door Fugro is aangegeven dat de freatische grondwaterstand in het gebied een niveau van circa NAP +2 m heeft. Gezien de waterstand in normale situatie van circa NAP +0,9 m en de zandige bodem van de landtong, wordt een opbolling van circa 1 m reëel geacht.

Voor de stijghoogte van het grondwater in het diepere zand is een stijghoogte van NAP +1,0 m aangehouden voor de dagelijkse situatie. Tijdens hoogwater is aangenomen dat de stijghoogte toeneemt tot NAP +6 m. Bij een val na hoogwater zal de stijghoogte ook afnemen, hier is een niveau van NAP +2 m voor aangehouden.

4.6 Faalkanseisen

De signaleringskans is uitgesplitst naar verschillende faalmechanismen. Dit resulteert in faalkanseisen per faalmechanisme. Voor de effectbeoordeling wordt de standaard faalkansruimteverdeling aangehouden, zoals opgenomen in [Ref 4]. Voor de te beschouwen kering gelden dan de volgende faalkansruimtefactoren per mechanisme:

- Overloop en golfoverslag (HT): 0,24
- Opbarsten en piping: 0,24
- Macrostabieliteit binnenwaarts: 0,04
- Bekleding en erosie dijklichaam: 0,10

De faalkanseisen ($P_{eis,dsn}$) zijn dan als volgt (zie bijlage A8):

- Macrostabieliteit binnenwaarts: 1/14.545.000 per jaar
- Macrostabieliteit buitenwaarts: 1/1.454.500 per jaar
- Piping: 1/4.472.222 per jaar.

4.7 Partiële veiligheidsfactoren

Voor het afleiden van de partiële veiligheidsfactoren wordt verwezen naar bijlage A8. Een overzicht is gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4-3 schadefactoren

model	Mohr-Coulomb	CSSM
STBI (Bishop)	$\gamma_n = 1,16$	$\gamma_n = 1,20$
STBU (Bishop)	$\gamma_n = 1,11$	$\gamma_n = 1,13$
Piping	$\gamma_{pip} = 1,08$	

Tabel 4-4 modelfactoren

rekenmodel	Mohr-Coulomb	CSSM
Bishop	1,00	1,11
LiftVan	0,95	1,06
Spencer-Van der Meij	0,95	1,07
EEM met MC	1,00	

Tabel 4-5 materiaalfactoren (verwerkt in rekenwaarden van de grondparameters)

parameter	Mohr-Coulomb	CSSM
Volumieke massa	1,0	1,0
Cohesie		1,0
Klei	1,25	
Veen	1,50	
Inwendige wrijving (op tan)		1,0
Klei	1,20	
Veen	1,25	
Zand	1,20	
samendrukkingsconstanten	1,1	1,0

Tabel 4-6 schematiseringsfactoren

	Mohr-Coulomb	CSSM
Waarde tussen 1,0 en 1,3	1,0 Bepaald conform TRGS, zie bijlage A10 (Technisch Rapport Grondmechanisch Schematiseren)	

Veiligheidsfactoren voor de beoordeling

Stabiliteitsberekeningen voor de kwantitatieve beoordeling van de effecten van de windturbines op de waterkering zullen worden uitgevoerd met rekenwaarden voor de grondparameters (dus inclusief materiaalfactoren). Dit leidt tot de volgende veiligheidsfactor waaraan moet worden getoetst:

- STBI – Bishop/CSSM: $1,2 * 1,11 * 1,0 = 1,33$
- STBI – Bishop/Mohr-Coulomb: $1,16 * 1,0 * 1,0 = 1,16$
- STBU – Bishop/CSSM: $1,13 * 1,11 * 1,0 = 1,25$
- STBU – Bishop/Mohr-Coulomb: $1,11 * 1,0 * 1,0 = 1,11$.

5 Belastingen

5.1.1 Belastingen tijdens de bouwphase

Uitgangspunt in de beoordeling is dat de werkzaamheden welke van invloed kunnen zijn op de veiligheid van de waterkeringen zullen plaatsvinden onder 'normale' omstandigheden (buiten het gesloten stormseizoen) en daardoor niet gelijktijdig plaatsvinden met maatgevende hydraulische belastingen.

Kruinbelasting

Uitgangspunt is dat tijdens de bouwphase geen bovenbelasting op de kruin van de waterkering aanwezig is.

Belasting kraanopstelplaats

De kraanbelastingen bevinden zich aan de buitenzijde van de waterkering, op de buitenberm. Deze belastingen hebben een gunstig (tegenwerkend) effect op de stabiliteit van de kering. In de beschouwing is om deze reden geen rekening gehouden met de kraanbelastingen.

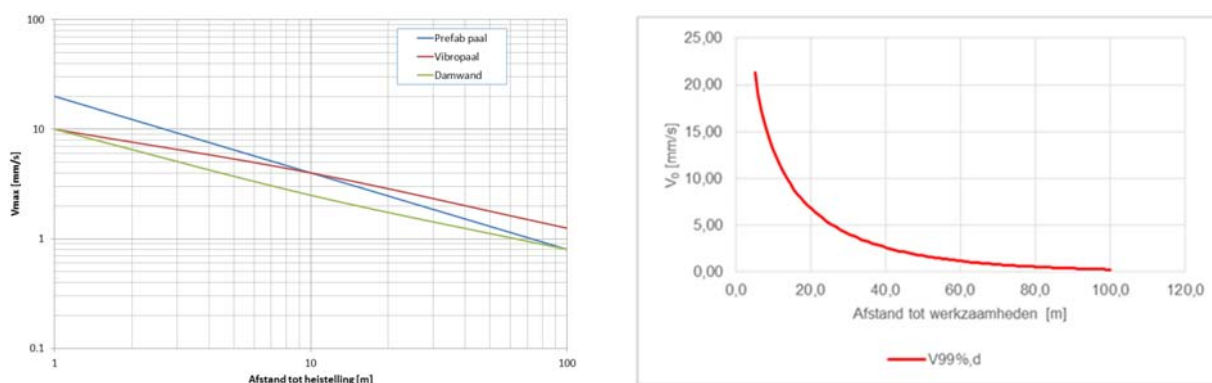
Grondversnellingen door heien

Voor de fundering van de windturbines is in eerste instantie uitgegaan van grondverdringende palen die heidend op diepte worden gebracht, zoals prefab beton palen of vibropalen.

Doorgaans is de dominante frequentie (f) bij heien van prefab betonpalen 10 à 15 Hz en van vibropalen 20 à 25 Hz. De te verwachten trillingssnelheden zijn afhankelijk van de ondergrond, hei-energie en de afstand tot de heistelling. Om een inschatting te maken van de te verwachten trillingen zijn de methodes IFCO (Muller) en CUR166 'Damwandconstructie' toegepast.

Door Muller zijn op basis van monitoringgegevens de verwachtingswaarden voor de trillingssnelheden bepaald, zie figuur 4-3.

In CUR166 kan voor verschillende Nederlandse grondprofielen op basis van de potentiële hei-energie een inschatting worden gemaakt van de grondversnellingen. Voor de grondkarakteristieken is het grondprofiel van Amsterdam aangenomen. De trillingssnelheid voor een slagenergie van 110 kN (globale inschatting) en 1% kans van overschrijding is weergegeven in figuur 4-3.

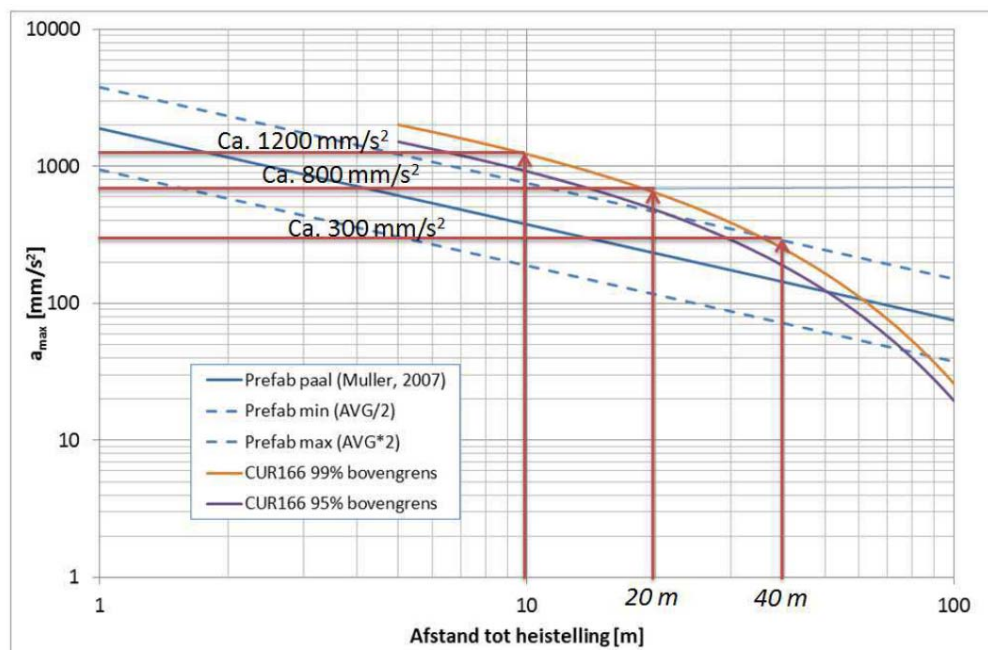


Figuur 5-1 Inschatting trillingssnelheden conform Muller (links) en CUR166 (rechts)

Op basis van de verwachte trillingssnelheden is de bijbehorende grondversnelling bepaald volgens:

$$a_{max} = (2 \times \pi \times f) \times V_{max}$$

De grondversnellingen op basis van beide methoden zijn grafisch weergegeven in figuur 4-4.



Figuur 5-2 Verwachte grondversnellingen

Duidelijk blijkt dat de versnellingen in de ondergrond het grootst zijn bij de heipaal en snel afnemen met de afstand.

Bij een afstand tussen de fundering en het buitentalud van 10 m, is de grondversnelling, op basis van bovenstaande figuur 4-4, 1200 mm/s², ofwel **1,2 m/s²**.

De stabiliteitsberekeningen zijn met het programma D-Geo Stability uitgevoerd. Hierbij is deze grondversnelling opgelegd als een aardbevingscomponent. Aangezien in de berekeningsmodellen de versnellingscomponent voor het gehele grondprofiel geldt, is dit een conservatieve modellering. Er wordt geen rekening gehouden met demping.

Voor de stabiliteit is een horizontale versnelling ongunstiger dan een verticale versnellingscomponent. Op korte afstand is de horizontale trillingsrichting dominant. Op een afstand tot de trillingsbron van 1,5 à 2 maal de paallengte (circa 50 à 60 m) wordt de verticale trillingsrichting dominant. Op korte afstand tot de trillingsbron varieert de verticale component tussen 0,5 en 1,0 maal de horizontale component.

In dit geval zijn de horizontale en verticale component aan elkaar gelijk gesteld.

Wateroverspanningen

Naast versnelling zal als gevolg van heien een relatieve wateroverspanning kunnen optreden in de ondergrond. De wateroverspanning in zandlagen bedraagt zelden meer dan 20% van de verticale korrelspanning. Na enkele uren is de wateroverspanning weer verdwenen (Deltares, 2016).

Vanwege de zandige opbouw van de waterkering en de ondergrond zullen wateroverspanningen snel afnemen bij toenemende afstand tot de paal. Wateroverspanningen komen beperkt voor in een zone van enkele meters rondom de paal. Doorgaans is de invloed van de relatieve waterspanningen op een afstand van meer dan 10 m van de paal verwaarloosbaar klein.

De afstand tussen het talud en het fundament is voor de te beschouwen locaties minimaal 10 m, er is geen rekening gehouden met wateroverspanningen.

5.1.2 Belastingen tijdens de gebruiksfase

Kruinbelasting

Voor de gebruiksfase wordt uitgegaan van een verkeersbelasting op de kruin tijdens een calamiteit. Conform het Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies wordt uitgegaan van een verkeersbelasting van 13,3 kPa over een strookbreedte van 2,5 m.

Trillingsintensiteit tijdens gebruik windturbines

Tijdens de gebruiksfase ontstaan trillingen in de ondergrond door het draaien van de rotorbladen, door de variaties in windsnelheid en door de trillingen in de constructie. Deze trillingen leiden tot toename van de belasting op de ondergrond door grondversnellingen.

Onderscheid wordt gemaakt in de volgende omstandigheden:

- **Dagelijkse omstandigheden met lage en gemiddelde windsnelheden:**
voor dagelijkse omstandigheden (windsnelheden tot 12,5 m/s, gemiddeld 8,5 m/s) wordt in stabiliteitsberekeningen uitgegaan van een maximale horizontale en verticale grondversnelling van **0,04 m/s²**, zie kader voor toelichting;
- **Extreme omstandigheden met hoge windsnelheden:**
bij windsnelheden tussen 12,5 m/s en 25 m/s (hoge windsnelheid) is het nominaal vermogen bereikt. Om overtoeren te voorkomen worden de bladen uit de windrichting gedraaid, zodat de draaisnelheid van de generator gelijk blijft. Op basis van onderzoek door Deltares (Hölscher, 2016) is voor deze windcondities uitgegaan van een versnelling van de ondergrond nabij de funderingsplaat van 0,08 m/s².
Bij windsnelheden hoger dan 25 m/s wordt uitgeschakeld en zijn de bladen in vaanstand. Zodra de bladen stilstaan, is de versnelling tijdens de extreme windomstandigheden, nabij de funderingsplaat, circa 0,16 m/s².
Op basis van bovengenoemd onderzoek is afgeleid dat voor de situatie waarbij de turbine in één klap wordt uitgezet de trillingssnelheid in de bodem in de orde van 5 mm/s zal zijn, met een hoge waarde van 8-10 mm/s. De frequenties liggen in de range van 0,2-5 Hz. Dit leidt tot een maximale versnelling van circa 0,3 m/s² nabij de funderingsplaat.
Uit metingen is gebleken dat de verticale component snel afneemt bij toenemende afstand. De horizontale trillingen nemen veel minder snel af. In de berekeningen is daarom uitgegaan van:
 - o **Extreme situatie met draaiende bladen:**
 - Horizontaal: **0,08 m/s²**
 - Verticaal: **0,04 m/s²**
 - o **Extreme situatie met stilstaande bladen:**
 - Horizontaal: **0,16 m/s²**
 - Verticaal: **0,08 m/s²**
 - o **Extreme situatie met noodstop:**
 - Horizontaal: **0,3 m/s²**
 - Verticaal: **0,15 m/s²**

In de stabiliteitsberekeningen is voor het gehele grondmodel een gelijke versnelling opgelegd, zonder rekening te houden met damping. Dit is een conservatieve aanname.

Wateroverspanningen

Tijdens het gebruik worden de cyclische belastingen via het stijve funderingsblok over de palen verdeeld. Wateroverspanningen zullen op korte afstand al zijn afgenomen (<10m). Het effect van de wateroverspanningen in de gebruiksfase is niet relevant voor de macrostabiliteit van de waterkering.

De waarde van de grondversnelling onder dagelijkse omstandigheden is gebaseerd op beschikbare metingen bij andere projecten (Fugro, 2012 en Deltares, Hölscher, 2016). De versnellingen zijn gemeten op het fundament nabij opgestelde 3 MW turbines in de Afrikahaven te Amsterdam (2008) en nabij Noordland op de Neeltje Jans (2009). Door Deltares zijn in 2016 metingen verricht bij een windturbine in Gouda. De metingen van Fugro zijn verricht bij lage en gemiddelde windsnelheden tot circa 14 m/s (windkracht tot 6 Bft). De gemeten waarden voor de versnellingen waren:

	Noordland	Afrikahaven
a_{hor}	0 tot 0,025 m/s ²	0,01 tot 0,035 m/s ²
a_{vert}	0,02 tot 0,075 m/s ²	0,015 tot 0,05 m/s ²

Bij metingen door Deltares bij Gouda bedroeg de gemiddelde windsnelheid 14-16 m/s en de maximale windsnelheid 22-24 m/s. De grootste gemeten trillingsnelheid op de fundering is 4 mm/s geweest. De trillingen in de grond waren gemiddeld 1-2 mm/s, met een maximale snelheid van 3 mm/s. Trillingen namen duidelijk af bij toenemende afstand. Dominant voor de horizontale trillingen is de frequentie van 3 Hz. Hierbij bedraagt de versnelling 0,04 m/s².

Daarnaast zijn door Fugro in 2016 trillingsmetingen uitgevoerd rondom een 6MW windturbine nabij de Eemshaven. Op circa 15 m afstand waren aan maaiveld en op diepte nagenoeg geen verhogingen meer waarneembaar ten opzichte van de achtergrondtrillingen. De grootste versnellingen traden op bij opstarten/noodstops, waarbij waarden van 0,015 tot 0,03 m/s² zijn gemeten.

5.1.3 Belastingen tijdens de verwijderingsfase

Net als bij het heien zullen sloopwerkzaamheden plaatsvinden onder 'normale' omstandigheden (buiten het gesloten stormseizoen) en daardoor niet gelijktijdig plaatsvinden met maatgevende hydraulische belastingen.

Kruinbelasting

Tijdens de verwijderingsfase is ervan uitgegaan dat er geen bovenbelasting op de kruin aanwezig is.

Belasting kraanopstelplaats

De kraanbelastingen bevinden zich aan de buitenzijde van de waterkering op de (hoge) buitenberm. De belastingen hebben een gunstig (tegenwerkend) effect op de stabiliteit. In de stabiliteitsberekeningen is om deze reden geen rekening gehouden met de kraanbelastingen.

Grondversnellingen door slopen fundament

Voor de verwijdering van het blok van de windturbine funderingen zal als hoofdmaterieel gebruik worden gemaakt van een hydraulische graafmachine met een sloophamer. Deze draait doorgaans met 310-390 toeren/min, ofwel een frequentie van 5 à 6 Hz. Bij deze frequentie wordt een versnelling verwacht van circa horizontaal 300 mm/s² (**0,3 m/s²**) en verticaal 150 mm/s² (**0,15 m/s²**). Door demping zal deze versnelling ter plaatse van de waterkering geringer zijn. Conservatief is hier geen rekening mee gehouden. De te verwachten versnelling is vergelijkbaar met het heien van palen op circa 40 m afstand en met de windturbine tijdens extreme windcondities (zonder hoogwater) en daarom niet maatgevend.

6 Kwantitatieve beoordeling ondergrondse effecten

6.1 Bewezen sterkte waterkering in relatie tot trillingen

Het beschouwen van mogelijke effecten van de windturbines op de waterveiligheid is in de volgende paragrafen bepaald voor de aanleg, het gebruik en het verwijderen van de nieuwe turbines. Ter plaatse van de te beschouwen locaties bevinden zich al windturbines én zijn diverse waterbouwkundige werken uitgevoerd. Onderstaand is een overzicht gegeven van de activiteiten welke van invloed zijn geweest op de waterkering.

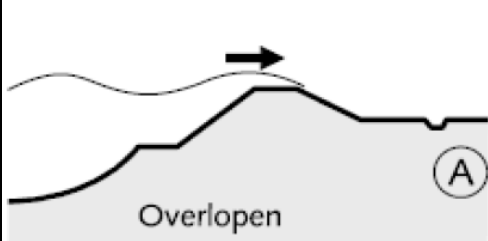
1. Bestaande windturbines:
De huidige windturbines zijn in 2007 gebouwd en bevinden zich op nagenoeg dezelfde locaties als de te realiseren windturbines. De bestaande windturbines zijn op palen gefundeerd welke volgens [Ref 2] heidend op diepte zijn gebracht. Hierbij zijn geen schades waargenomen [Ref 2]. Voor zover bekend is de geometrie van de landtong niet recent gewijzigd. Tijdens gebruik van de windturbines zijn geen noemenswaardige schades waargenomen;
2. Olieschermen:
In de buurt van de windturbines zijn olieschermen aangebracht, in het talud van het Calandkanaal. Royal Haskoning heeft in 2012 een trillingsanalyse uitgevoerd hiervoor. De berekende grondversnellingen waren $0,9 \text{ m/s}^2$ op 2,5 m afstand van de paal, vergelijkbaar met de maximale waarde genoemd in paragraaf 4.7. Voor zover bekend, zijn bij installatie van het scherm geen noemenswaardige schades opgetreden aan de waterkering en het talud;
3. Afmeerpalen:
In het talud zijn tevens afmeerpalen geheid. Door Witteveen+Bos is in 2014 een trillingsanalyse uitgevoerd. De berekende versnellingen bedroegen ca. 1 m/s^2 op 5 m afstand van de paal. Ook bij deze activiteiten zijn, voor zover bekend, geen noemenswaardige schades opgetreden aan de waterkering en het talud.

Op basis van bovenstaande activiteiten is de verwachting dat de trilling bij de bouw en gebruik van de nieuwe windturbines, welke van zelfde orde grootte zijn als die in bovenstaand overzicht genoemd, geen noemenswaardige effecten zullen hebben op de waterveiligheid. Onderstaand is dit verder onderbouwd.

6.2 Relevante faalmechanismen

Het beschouwen van mogelijke effecten van de windturbines op de waterveiligheid is in de kwalitatieve analyse bepaald aan de hand van verschillende faalmechanismen. Een korte beschrijving van de relevante faalmechanismen, evenals de potentiële effecten op de sterkte van of de belasting op de waterkering, is gegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Omschrijving faalmechanismen (VTV2006)

Faalmechanisme	Omschrijving effecten op belasting/sterkte
	Overlopen betreft inundatie van het dijkgebied door een combinatie van hoge waterstand en golfoverslag zonder dat de waterkering bezwijkt. De weerstand wordt bepaald door de hoogte van de kruin. <u>Effecten</u> <u>Bouwfase:</u> - Afname van de kruinhoogte door verdichting/verweking van de zandige waterkering als gevolg van heitrillingen; - Een tijdelijke open ontgraving voor de kruising van kabels leidt tot een tijdelijke kruinhoogteverlaging.

Faalmechanisme	Omschrijving effecten op belasting/sterkte
	Gebruiksfase: - Afname van de kruinhoogte door verdichting/verweking van de zandige waterkering als gevolg van trillingen van het fundament; Verwijderingsfase: - Afname van de kruinhoogte door verdichting/verweking van de zandige waterkering als gevolg van trillingen tijdens sloop van het fundament.
	Golfverslag kan leiden tot erosie van de kruin en het binnentalud door de kracht van het stromend water. De belasting wordt gevormd door de hydraulische randvoorwaarden en het daaruit voortvloeiende overslagdebiet. De sterkte wordt bepaald door de erosiebestendigheid van het binnentalud. <u>Effecten</u> Bouwfase: - Door de aanleg van de kabels aan de buitenzijde kan schade optreden aan de grasbekleding met tijdelijk verminderde erosiebestendigheid; - Door aanleg van het fundament aan de buitenzijde kan schade optreden aan de grasbekleding met tijdelijk verminderde erosiebestendigheid Alle fasen: - Net als bij overloop kan in alle fasen een kruinhoogtedaling ten gevolge van verdichting/verweking leiden tot toename van het golfverslagdebiet en erosie/schade aan de kruin en het binnentalud.
	Instabiliteit (afschuiven) van het binnentalud kan optreden, hetzij door infiltratie van het overstromend water bij een combinatie van hoge waterstand en golfverslag, hetzij door waterdruk tegen de waterkering en verhoogde waterspanning in de ondergrond. Daarnaast bestaat de belasting uit het gewicht van de waterkering en verkeersbelasting. De sterkte wordt bepaald door de geometrie en het gewicht en de schuifsterkte van de ondergrond. <u>Effecten</u> Bouwfase: - Toename van belasting door trillingen tijdens het heien van palen; - Ontgraving voor een eventuele kabelsleuf evenwijdig aan de waterkering. Gebruiksfase: - Trillingen van het fundament als gevolg van cyclische windbelastingen kunnen leiden tot toename van de grondbelasting; Verwijderingsfase: - Toename van belasting door trillingen tijdens het slopen van het fundament.
	Instabiliteit (afschuiven) van het buitentalud na een snelle daling van de buitenwaterstand. De sterkte wordt bepaald door de geometrie van de waterkering en het gewicht en de schuifsterkte van de ondergrond.. <u>Effecten</u> Bouwfase: - Toename van belasting door trillingen tijdens het heien van palen; - Toename belasting op buitenberm ter plaatse van de kraanopstelplaats en wegen. - Afname sterkte door ontgraving voor kabels en de fundering van de windturbine en kraanopstelplaats. Gebruiksfase: - Trillingen van het fundament als gevolg van cyclische windbelastingen kunnen leiden tot toename van de grondbelasting; Verwijderingsfase: - Toename van belasting door trillingen tijdens het slopen (fundament).

Faalmechanisme	Omschrijving effecten op belasting/sterkte
 "Piping" (G)	Piping betreft kwelstroming door de ondergrond waarbij achter de dijk erosie ontstaat en grond meegevoerd wordt (zandmeevoerende wellen). Voor dit mechanisme zijn het verval (hoge buitenwaterstand) en de stroomsnelheid van belang. De weerstand wordt bepaald door de kwelweglengte en grondeigenschappen. Op locaties waar een deklaag van klei aanwezig is, is piping een relevant faalmechanisme. <u>Effecten</u> <u>Bouwfase:</u> • Aanleg van kruisende kabel kan leiden tot erosie door kwelstroming langs de kabel; • Ontgraving ten behoeve van aanleg fundament kan een nieuw intredepunt introduceren met kortere kwelweglengte; • Bij doorsteken van de slechtdoorlatende grondlagen met funderingspalen kan een nieuwe kwelweg ontstaan. Echter, bij gebruik van grondverdringende palen en een goede aansluiting van de deklaag op het fundament, is de kans hierop minimaal. <u>Gebruiksfase:</u> • Kruisende kabel kan leiden tot erosie door piping/kwelstroming langs de kabel. • Kiervorming langs palen, waardoor kwelweg wijzigt; <u>Verwijderfase:</u> • Door het verwijderen van de palen of door betonrot kan kwelwegverkorting optreden.
 Erosie buitentalud (H)	Erosie van het buitentalud of de vooroever door stroming of golfbeweging. Harde objecten, zoals fundaties, in of nabij het buitentalud kunnen leiden tot lokale stroomversnelling en dus toename van de belasting. <u>Effecten</u> <u>Bouwfase:</u> • Bij aanleg van kruisende leiding in een sleuf wordt de bekleding van de dijk tijdelijk verzwakt; <u>Gebruiksfase:</u> • Het fundament staat op de buitenberm. Erosie rondom het fundament kan eveneens effect hebben op de bekleding. Het aanbrengen van een erosiebestendige aansluiting van de deklaag op het fundament is essentieel.

Aan de hand van het voorgaande overzicht is gesteld dat de ontwikkeling van het windpark effect kan hebben op de volgende faalmechanismen:

Tabel 6-2: Relevante faalmechanismen per projectfase met mogelijk effect

Faalmechanisme	Bouwfase	Gebruiksfase	Verwijderingsfase
Overlopen (HT)	Trilling Aanleg kabels	Trilling	Trilling
Golfoverslag (HT)			
Afschuiven binnentalud (STBI)	Trilling	Trilling	Trilling
Afschuiven buitentalud (STBU)	Trilling	Trilling	Trilling
Microstabiliteit (STMI)	-	-	-
Piping (STPH)	Aanleg kabels Aanleg fundament Palen	Palen	Palen
Bekleding (STBK)	Aanleg kabels Aanleg fundament	-	-
Niet-waterkerende objecten (NWO)	Aanleg kabels	Objecten/faciliteiten t.b.v. gebruik windpark (o.a. lantaarnpalen, schakelkasten, etc)	-

Deze potentiële faalmechanismen worden hierna nader kwantitatief beoordeeld. Ten aanzien van piping geldt dat de bekabeling wordt beschouwd als Niet Waterkerende Object (NWO). De bekabeling is zodanig afzonderlijk beschouwd.

6.3 Beoordeling effecten op overloop en golfoverslag (HT)

Voor de huidige situatie geldt dat onder maatgevende omstandigheden de waterstand voor de geotechnische beoordeling enkele decimeters hoger is dan de huidige kruinhoogte. De waterstand voor de beoordeling van de hoogte is ruim 2 m hoger dan de bestaande kruinhoogte.

Een (eventuele) verhoging/verbreding van de waterkering in buitenwaartse richting kan door de locatie(s) van de windturbines worden bemoeilijkt, wellicht zijn *plaatselijk* specifieke technische oplossingen nodig. Verhoging van de waterkering is echter niet onmogelijk door de aanleg van de windturbines.

Tijdens de aanleg van de kruisende kabels in een open ontgraving zal de kruinhoogte tijdelijk worden verlaagd. Bij bouw van de windturbines buiten het stormseizoen is voldoende veiligheidsmarge aanwezig.

Tijdens de aanleg van de kabels en het fundament zijn werkzaamheden voorzien die de sterkte van de bekleding op de kruin en het binnentalud kunnen aantasten. Tijdens de uitvoering van de graaf- en aanvulwerkzaamheden zal ervoor moeten worden gezorgd dat de grond goed wordt verdicht, goed aanvulmateriaal wordt gebruikt en de profielopbouw en grasbekleding zoveel mogelijk wordt hersteld. Daarnaast dient een erosiebestendige aansluiting van de deklaag op het fundament te worden gerealiseerd.

De ondergrond is niet gevoelig voor verweking/verdichting. Er wordt daarom geen afname van de kruinhoogte verwacht.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de plaatsing en aanwezigheid van het windpark geen noemenswaardige effecten zal hebben op de mechanismen 'overlopen' en 'golfoverslag', mits de uitvoering van de bekabeling en fundament zorgvuldig wordt verricht met herstel van de profielopbouw en grasbekleding. Als voorwaarde geldt dat de uitvoering buiten het stormseizoen dient plaats te vinden. Een eventuele toekomstige verhoging/verbreding van de waterkering is door de aanwezigheid van de windturbines plaatselijk lastiger, maar niet onmogelijk.

6.4 Beoordeling op binnenwaartse stabiliteit (STBI)

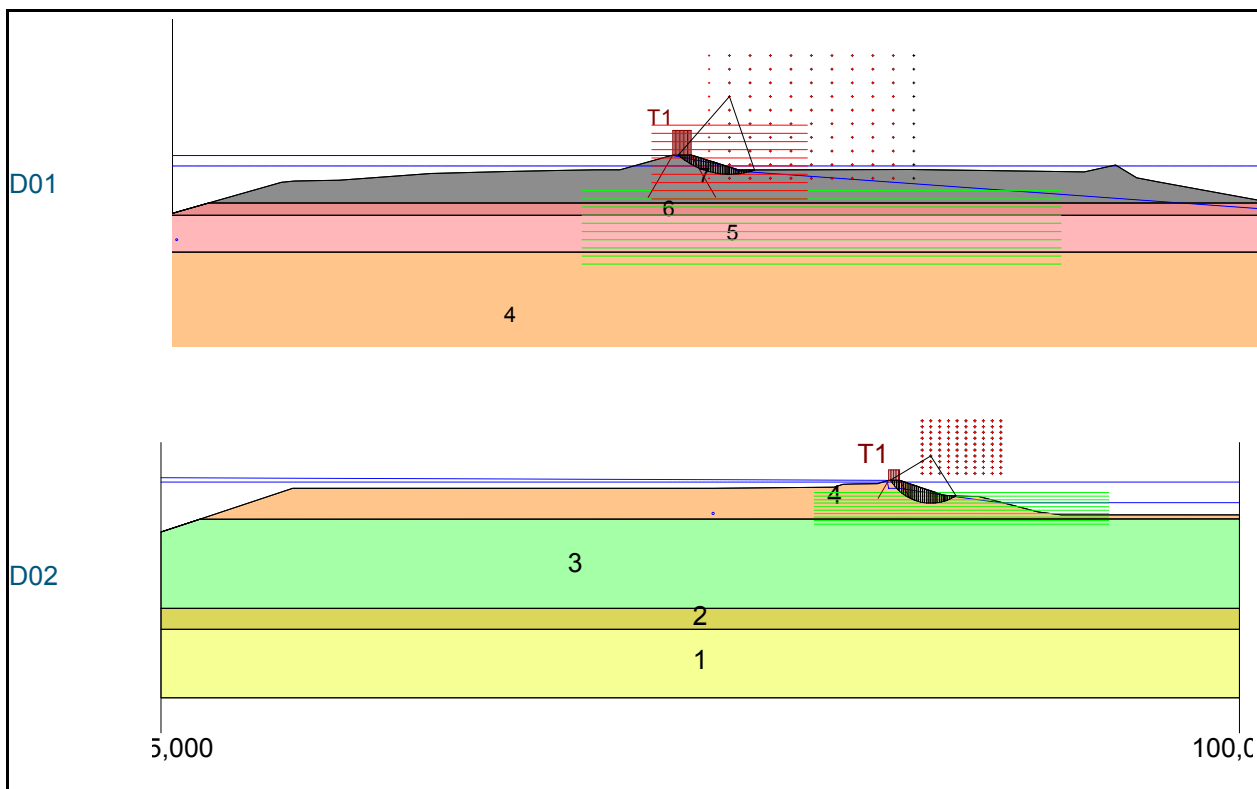
De ontwikkeling van het windpark leidt niet tot verandering van de bodemopbouw van de waterkering of de ondergrond.

Tijdens de aanleg van de windturbine wijzigt de geometrie van de kering tijdelijk, bij graverij ten behoeve van de aanleg van de kabels parallel aan de kering, bij de binnenteen. Deze werkzaamheden vinden plaats buiten het stormseizoen en leiden niet tot verlaging van de waterveiligheid.

Tijdens de bouw (en het verwijderen) van het windpark wordt de waterkering extra belast door trillingen ten gevolge van het heien van de funderingspalen. Door middel van glijvlakberekeningen is nagegaan wat het effect hiervan is op de stabiliteit, zie bijlage A11.

Tijdens het gebruik van de windturbines wordt de horizontale windbelastingen via de fundering overgedragen naar de ondergrond. Deze belastingen resulteren in geringe trillingen (grondversnellingen). De belastingen blijven veelal beperkt tot de bovenste grondlagen en dempen uit naarmate de afstand tot het fundament toeneemt. In hoofdstuk 5 zijn de te verwachten grondversnellingen afgeleid. Door middel van glijvlakberekeningen is nagegaan wat het effect hiervan is op de stabiliteit van de waterkering.

Ter illustratie is in onderstaande figuur het resultaat van enkele berekeningen opgenomen.



Figuur 6-1 Voorbeelden stabiliteitsberekeningen binnentalud

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen staan in de volgende tabel.

Tabel 6-3 Resultaten berekening stabiliteit binnenwaarts – talud zijde Nieuwe waterweg

Locatie Profiel	Situatie		WS BU	WS BI	SH	Kruin	Versnelling		Berekende
			[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[kPa]	Hor	Vert	Stab.factor
D01	Huidig	Dagelijks	+1,3	+0,9	+1,0	0	0	0	1,91
		Extreem	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0	0	1,08
	Bouw	Dagelijks	+1,3	+0,9	+1,0	0	0,12g	0,12g	1,37
		Extreem	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0,008g	0,004g	1,05
	Gebruik	Dagelijks	+1,3	+0,9	+1,0	0	0,004g	0,004g	1,88
		Extreem-draaiend	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0,008g	0,004g	1,05
		Extreem-stilstaand	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0,016g	0,008g	1,03
D02	Huidig	Dagelijks	+1,3	+0,9	+1,0	0	0	0	1,71
		Extreem	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0	0	1,13
	Bouw	Dagelijks	+1,3	+0,9	+1,0	0	0,12g	0,12g	0,94
		Extreem	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0,008g	0,004g	1,10
	Gebruik	Dagelijks	+1,3	+0,9	+1,0	0	0,004g	0,004g	1,68
		Extreem-draaiend	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0,008g	0,004g	1,10
		Extreem-stilstaand	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0,016g	0,008g	1,07
		Extreem-noodstop	+6,85	+2,1	+6,0	13,3	0,03g	0,015g	1,02

WS BU Waterstand in Calandkanaal
 WS BI Waterstand Nieuwe waterweg
 SH Stijghoogte van grondwater in diepere zand
 Hor/vert Horizontale en verticale versnelling

Uit de stabiliteitsberekeningen van het binnentalud (zijde Nieuwe Waterweg) blijkt het volgende:

- In de 'huidige' situatie onder extreme omstandigheden zonder trillingen (=referentiesituatie hoogwater), voldoet de kering niet aan de gestelde eis. De berekende stabiliteitsfactor is 1,08 à 1,13 (veiligheidsfactor dient $\geq 1,33$ te zijn);
- Tijdens de aanleg van de windturbines (heien van funderingspalen) voldoet profiel D02 niet aan de gestelde eis. Geadviseerd wordt een trillingsarm paalsysteem toe te passen, zodat heitruillingen worden voorkomen (zie ook resultaten van berekeningen van het talud van Calandkanaal in paragraaf 6.6);
- Tijdens gebruik van de windturbines voldoen beide locaties. De berekende stabiliteitsfactoren laten een afname zien van 2%, ten opzichte van de referentiesituatie onder dagelijkse omstandigheden;
- Voor de gebruikssituatie onder extreme omstandigheden, met hoogwater, zwaar verkeer op de kruin van de waterkering en extreme wind is de berekende veiligheidsfactor 1,02 à 1,1. Ten opzichte van de referentiesituatie is dit een afname van 3% tot 10%.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat gebruik van heipalen bij de aanleg van de fundering van het windpark mogelijk te grote effecten kan hebben op de waterveiligheid. Daarom wordt geadviseerd een trillingsarm paalsysteem toe te passen.

Uit de analyses blijkt verder dat de aanwezigheid van het windpark geringe effecten zal hebben op de binnenwaartse macrostabiliteit. Onder dagelijkse omstandigheden neemt de berekende stabiliteitsfactor met circa 2% af, maar wordt nog steeds aan de eis voldaan. De veiligheid ten opzichte van macrostabiliteit binnenwaarts neemt dan met 0,08% af.

Onder extreme omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor af met 3% tot 10% (afname veiligheid ten opzicht van macrostabiliteit binnenwaarts met maximaal 0,4%). Opgemerkt wordt dat de referentiesituatie (huidige situatie zonder trillingen) bij deze hoogwatersituatie niet voldoet aan de eis.

In overleg met RWS dient te worden bepaald of de berekende veiligheidsfactoren acceptabel zijn voor deze extreme situaties.

Een eventuele toekomstige stabiliteitsverhogende maatregel (taudverflauwing of inbrengen grondkering) blijft bij aanwezigheid van windturbines gewoon mogelijk.

Als voorwaarde geldt verder dat de uitvoering buiten het stormseizoen dient plaats te vinden.

6.5 Beoordeling op buitenwaartse stabiliteit (STBU)

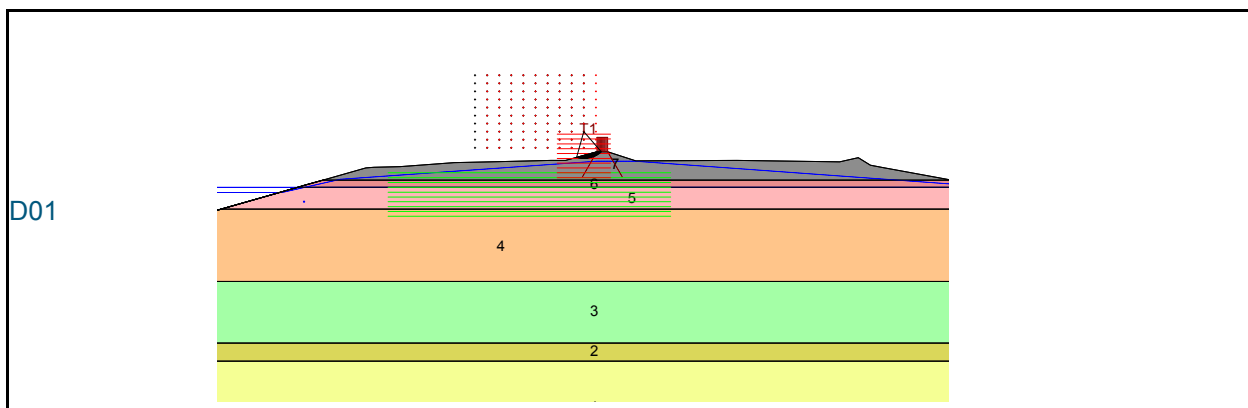
De ontwikkeling van het windpark leidt niet tot verandering van de bodemopbouw van de waterkering of de ondergrond.

Tijdens de aanleg van de windturbine wijzigt de geometrie van de kering tijdelijk, bij graverij ten behoeve van de aanleg van de kabels en het fundament, aan de buitenzijde. Deze werkzaamheden vinden plaats buiten het stormseizoen en leiden niet tot verlaging van de waterveiligheid.

Tijdens de bouw (en het verwijderen) van het windpark wordt de waterkering extra belast door trillingen ten gevolge van het heien van de funderingspalen. Door middel van glijvlakberekeningen is nagegaan wat het effect hiervan is op de stabiliteit.

Tijdens het gebruik van de windturbines wordt de horizontale windbelastingen via de fundering overgedragen naar de ondergrond. Deze belastingen resulteren in geringe trillingen (grondversnellingen). De belastingen blijven veelal beperkt tot de bovenste grondlagen en dempen uit naarmate de afstand tot het fundament toeneemt. In hoofdstuk 5 zijn de te verwachten grondversnellingen afgeleid. Door middel van glijvlakberekeningen is nagegaan wat het effect hiervan is op de stabiliteit van de waterkering.

Ter illustratie is in onderstaande figuur het resultaat van een berekening opgenomen.



Figuur 6-2 Voorbeelden stabiliteitsberekeningen buitentalud

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen staan in de volgende tabel, zie ook bijlage A12.

Tabel 6-4 Resultaten berekening stabiliteit buitenwaarts – talud zijde Calandkanaal

Locatie profiel	Situatie		WS BU	WS BI	SH	Kruin [kPa]	versnelling		Berekende
			[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]		hor	vert	Stab.factor
D01	huidig	dagelijks	+0,9	+0,9	+1,0	0	0	0	2,14
		extreem	+1,3	+2,1	+2,0	13,3	0	0	1,58
	bouw	dagelijks	+0,9	+0,9	+1,0	0	0,12g	0,12g	1,50
		gebruik	+0,9	+0,9	+1,0	0	0,004g	0,004g	2,11
	gebruik	Extreem-noodstop	+1,3	+2,1	+2,0	13,3	0,03g	0,015g	1,49
D02	huidig	dagelijks	+0,9	+0,9	+1,0	0	0	0	4,48
		extreem	+1,3	+2,1	+2,0	13,3	0	0	2,76
	bouw	dagelijks	+0,9	+0,9	+1,0	0	0,12g	0,12g	1,89
		gebruik	+0,9	+0,9	+1,0	0	0,004g	0,004g	4,39
	gebruik	Extreem-noodstop	+1,3	+2,1	+2,0	13,3	0,03g	0,015g	2,21

WS BU Waterstand in Calandkanaal
 WS BI Waterstand Nieuwe waterweg
 SH Stijghoogte van grondwater in diepere zand
 Hor/vert Horizontale en verticale versnelling

Uit de stabiliteitsberekeningen van het buitentalud van de kering (zijde Calandkanaal) blijkt het volgende:

- De berekende stabiliteitsfactor voldoet voor alle situaties aan de gestelde eis (veiligheidsfactor dient $\geq 1,25$ te zijn);
- Tijdens de aanleg van de windturbines (heien van funderingspalen) neemt de stabiliteitsfactor van de kering wel flink af (30% tot 58%), maar blijft deze factor voldoende hoog;
- Tijdens gebruik van de windturbines onder dagelijkse omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 1% à 2% af;
- Voor de gebruikssituatie onder extreme omstandigheden, met hoogwater, zwaar verkeer op de kruin van de kering en een noodstop van de rotor, is de berekende stabiliteitsfactor 1,5 à 2,2. Ten opzichte van de referentiesituatie is dit een afname van 6% à 20%.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de plaatsing en aanwezigheid van het windpark geringe effecten zal hebben op de buitenwaartse macrostabiliteit, maar dat in alle situaties aan de gestelde eis wordt voldaan.

Onder dagelijkse omstandigheden zal bij het gebruik van het windpark de stabiliteit van de waterkering met 1% à 2% zijn afgenomen. Bij extreme omstandigheden is de afname groter (6% à 20%).

De veiligheid ten op zichte van macrostabiliteit buitenwaarts neemt met maximaal 0,08% af.

Uit de stabiliteitsberekeningen van het talud van het Calandkanaal blijkt het volgende:

- De stabiliteit van het talud van het Calandkanaal voldoet in alle situaties niet aan de gestelde eis van 1,25;
- Tijdens de aanleg van de fundering kan de stabiliteit van het talud ten gevolge van de trillingen van het heien onvoldoende worden (factor <1). Geadviseerd wordt een trillingsarm paalsysteem toe te passen, zodat heitruillingen worden voorkomen;
- Tijdens het gebruik van de windturbines onder dagelijkse omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met 2% af tot 1,17 à 1,18;
- Tijdens het gebruik van de windturbines bij een noodstop van de rotor (extreme grondversnelling), neemt de stabiliteitsfactor met 12% tot 14% af tot 1,02 à 1,06.

Opgemerkt wordt dat de referentiesituatie (huidige situatie zonder trillingen) niet voldoet aan de eis.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat gebruik van heipalen bij de aanleg van de fundering van het windpark mogelijk te grote effecten kan hebben de stabiliteit van het talud. Daarom wordt geadviseerd een trillingsarm paalsysteem toe te passen.

Uit de analyses blijkt verder dat de aanwezigheid van het windpark geringe effecten zal hebben op de stabiliteit van het talud van het Calandkanaal. Onder dagelijkse omstandigheden neemt de stabiliteitsfactor met circa 2% af.

Onder extreme omstandigheden neemt deze factor af met 12% tot 14%.

Voor de veiligheid ten opzicht van macrostabiliteit buitenwaarts betekent dit een afname van maximaal 0,06%.

In overleg met RWS bepalen of de berekende veiligheidsfactoren acceptabel zijn voor deze extreme situaties.

Als voorwaarde geldt verder dat de uitvoering buiten het stormseizoen dient plaats te vinden.

6.7 Beoordeling effecten op opbarsten, piping en heave (STPH)

Bij graverij ten behoeve van de aanleg van de kabels en het fundament kan de bodemopbouw lokaal worden verstoord. Hierdoor kan een nieuw in- of uitrede punt voor piping ontstaan.

Bij het aanvullen van de sleuf en rondom het fundament moet daarom nauwkeurig worden gewerkt, cohesieve lagen moeten in dunne lagen worden teruggebracht (conform oorspronkelijke opbouw) en voldoende worden verdicht.

Ook voor de paalfundering geldt dat de uitvoering zorgvuldig moet geschieden. Gekozen moet worden voor een grondverdringend systeem.

De aandrijvende kracht bij piping is het waterstandverschil over de kering.

Voor de te beschouwen kering geldt dat het niveau van het achterland/binnenberm zodanig hoog is (circa NAP+5,5 m), dat het waterstandsverschil over de kering gering is. Deze situatie wijzigt niet bij of na aanleg van de kabels en het fundament.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de plaatsing en aanwezigheid van het windpark geen noemenswaardige effecten zal hebben op het mechanisme piping, mits de uitvoering van de bekabeling en het fundament zorgvuldig wordt verricht met herstel van de 'oorspronkelijke bodemopbouw' en het toepassen van een grondverdringend paalsysteem.

Uitvoering dient buiten het stormseizoen plaats te vinden.

6.8 Beoordeling effecten voor bekleding

Bij graverij ten behoeve van de aanleg of verwijderen van de kabels en het fundament kan de deklaag en bekleding aan het buitentalud lokaal worden verstoord. Geadviseerd wordt om de uitvoering buiten het stormseizoen uit te voeren.

Tijdens de gebruiksfase kunnen de aansluitingen van harde constructieonderdelen (funderingspoer) op het dijklichaam extra gevoelig zijn voor materiaaluitspoeling door geconcentreerde oppervlakteafstroming bij neerslag of golfoverslag. Bij plaatsing van windturbines op/nabij het buitentalud van een waterkering vormen de aansluitingen extra gevoelige punten voor erosie/materiaaluitspoeling bij golfaanval.

In het definitief ontwerp dient aandacht te worden besteed aan het aansluiten van het funderingsblok en de verhardingen voor de kraanopstelplaats en bouwwegen op de bestaande bekleding. Voorwaarden voor het definitief ontwerp zijn:

- De bekleding in een zone van circa 10 m rondom de funderingsconstructie (helft van de blokdiameter) dient te worden ontworpen met een verhoogde hydraulische belasting: binnen deze zone dient de bekleding te worden versterkt, circa 1,5 maal de bestaande dikte.
- De aansluiting van de harde bekleding op het funderingsblok dient flexibel te worden uitgevoerd om de mogelijk optredende horizontale en verticale deformaties te kunnen opvangen.
- Bij verwijdering van de fundering dient de bekleding minimaal op de oorspronkelijke sterkte te worden teruggebracht.
- Bij het aanvullen van grond moet nauwkeurig worden gewerkt; cohesieve lagen moeten in dunne lagen worden teruggebracht (conform oorspronkelijke opbouw) en voldoende worden verdicht.

Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat de plaatsing en aanwezigheid van het windpark geen noemenswaardige effecten zal hebben op de erosiebestendigheid van de bekleding, mits de uitvoering van de bekabeling en het fundament zorgvuldig wordt verricht met herstel van de 'oorspronkelijke bodemopbouw' en het realiseren van een erosiebestendige aansluiting.

Uitvoering dient buiten het stormseizoen plaats te vinden.

6.9 NWO's

Niet-waterkerende objecten welke ten behoeve van het gebruik van het windpark op of bij de waterkering worden geplaatst dienen zodanig te worden geplaatst dat:

- Deze objecten zich buiten het legger profiel bevinden;
- Aansluitingen op bekleding zorgvuldig worden uitgevoerd;
- Bij eventuele fundering op palen dient een grondverdringend paalsysteem te worden toegepast;
- Aanleg van kabels en leidingen dient buiten het stormseizoen te gebeuren. Aanvulling van de sleuf dient zorgvuldig en met herstel van oorspronkelijk bodemprofiel te worden gedaan.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Op basis van deze *kwantitatieve* effectbeoordeling is vastgesteld dat de bouw, gebruik en verwijderen van het windpark effect kan hebben op de volgende faalmechanismen:

- Hoogte (overlopen en golfoverslag);
- Binnenwaartse en buitenwaartse macrostabiliteit;
- Piping;
- Bekleding.

De effecten op de mechanismen 'overlopen' en 'golfoverslag' zijn beoordeeld en zijn niet noemenswaardig, mits de uitvoering zorgvuldig wordt verricht met herstel van de profielopbouw en grasbekleding. Een eventuele toekomstige verhoging/verbreding van de waterkering is door de aanwezigheid van de windturbines plaatselijk lastiger, maar niet onmogelijk.

De effecten op de 'macrostabiliteit binnenwaarts' zijn beoordeeld aan de hand van stabiliteitsberekeningen. Trillingen tijdens aanleg van de fundering zijn dusdanig dat geadviseerd wordt met een trillingsarm paalsysteem te werken.

Bij gebruik van het windpark onder dagelijkse omstandigheden neemt de veiligheid met circa 0,08% af, maar wordt nog steeds aan de eis voldaan.

Onder extreme omstandigheden neemt de veiligheid af met maximaal 0,4%. Opgemerkt wordt dat de referentiesituatie (huidige situatie zonder trillingen) bij deze hoogwatersituatie niet voldoet aan de eis. In overleg met RWS dient te worden bepaald of de berekende veiligheidsfactoren acceptabel zijn voor deze extreme situaties. Een eventuele toekomstige stabiliteitsverhogende maatregel (taludverflauwing of inbrengen grondkering) blijft bij aanwezigheid van windturbines gewoon mogelijk.

De effecten op de 'macrostabiliteit buitenwaarts' zijn beoordeeld aan de hand van stabiliteitsberekeningen. De plaatsing en aanwezigheid van het windpark zullen geringe negatieve effecten hebben op de buitenwaartse macrostabiliteit, maar in alle situaties wordt aan de gestelde eis voldaan.

Onder dagelijkse omstandigheden zal bij het gebruik van het windpark de veiligheid van de waterkering met maximaal 0,008% afnemen. Bij extreme omstandigheden is de afname groter, namelijk maximaal 0,08%.

De effecten op de stabiliteit van het talud van het Calandkanaal zijn separaat beoordeeld.

Opgemerkt wordt dat de referentiesituatie (huidige situatie zonder trillingen) niet voldoet aan de eis.

Het gebruik van heipalen bij de aanleg van de fundering van het windpark kan mogelijk te grote effecten hebben de stabiliteit van het talud. Daarom wordt geadviseerd een trillingsarm paalsysteem toe te passen.

Uit de analyses blijkt verder dat de aanwezigheid van het windpark geringe effecten zal hebben op de stabiliteit van het talud van het Calandkanaal. Onder dagelijkse omstandigheden neemt de veiligheid met circa 0,008% af. Onder extreme omstandigheden neemt de veiligheid af met 0,06%.

In overleg met RWS dient te worden bepaald of de berekende veiligheidsfactoren acceptabel zijn voor deze extreme situaties.

De effecten op het mechanisme piping zijn beoordeeld en niet noemenswaardig, mits de uitvoering zorgvuldig wordt verricht met herstel van de 'oorspronkelijke bodemopbouw' bij aanvulling van de sleuf en rondom het fundament. Daarnaast moet een grondverdringend paalsysteem worden toegepast.

De effecten op de bekleding zijn beoordeeld en niet noemenswaardig, mits de uitvoering van de bekabeling en het fundament zorgvuldig wordt verricht met herstel van de 'oorspronkelijke bodemopbouw' en het realiseren van een erosiebestendige aansluiting.

7.2 Aanbevelingen

Aanbeveling voor de bouw van het windpark

- Voor de twee windturbines die als uitbreiding op het bestaande park worden gebouwd dient ten behoeve van het funderingsontwerp nog geotechnisch onderzoek te worden uitgevoerd. Voor de overige locaties is reeds onderzoek beschikbaar;
- Voor meerdere faalmechanismen geldt dat de uitvoering buiten het stormseizoen plaats moet vinden;
- Voor de paalfunderingen wordt aanbevolen om een trillingsarm grondverdringend paalsysteem toe te passen;
- Voor de uitvoering van de bekabeling en het fundament wordt aanbevolen om de 'oorspronkelijke bodemopbouw' te herstellen in combinatie met een erosiebestendige aansluiting;
- Hoewel in de oorspronkelijke Wbr-vergunning van het bestaande windpark voorgeschreven, wordt afgeraden de bestaande palen onder deze turbines bij de ontmanteling van dat park te verwijderen (zie paragraaf 2.5). Om interactie tussen de palen van de bestaande, te verwijderen windturbines te voorkomen wordt geadviseerd de paalkoppen van de bestaande fundering minimaal 1 meter onder de onderzijde van het nieuwe funderingsblok te verwijderen, dan wel een andere voorziening te treffen die de overdracht van belasting tussen de nieuwe fundatie en de oude paalkoppen minimaliseert.

Monitoring

Opgemerkt wordt dat de werkelijk optredende trillingen onzeker zijn. Aanbevolen wordt om in de definitieve ontwerp- en planningsfase een monitoringsplan op te stellen, waarin de trillingen ter plaatse van het fundament en het talud worden gemeten. De metingen dienen te worden verricht voorafgaand aan de bouw (nul-meting), tijdens de bouw en tijdens de exploitatie. Hierbij kunnen tevens metingen van de wateroverspanning worden uitgevoerd.

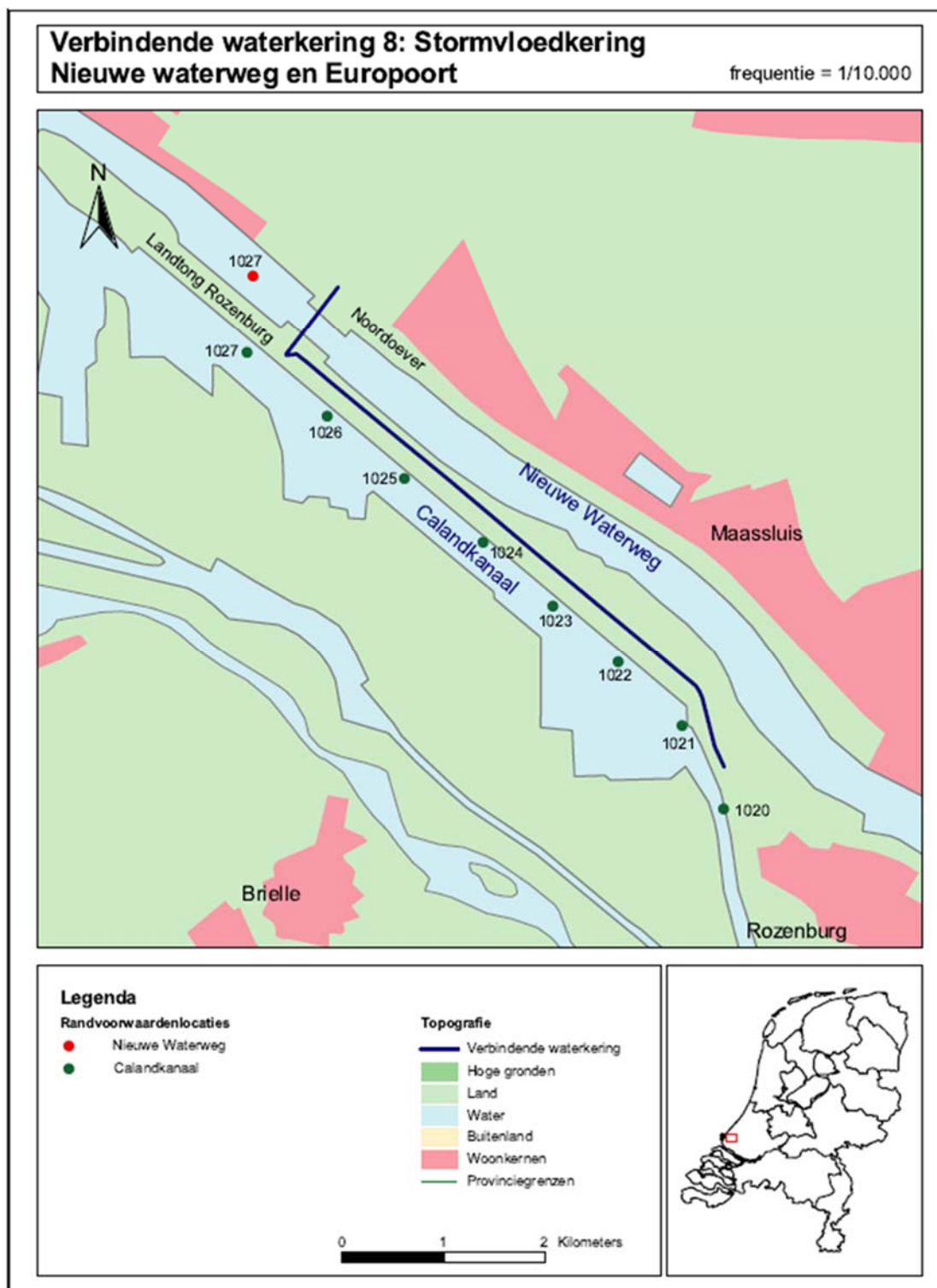
Aanbevolen wordt om in het monitoringsplan ook op te nemen met welke regelmaat (bijvoorbeeld voorafgaand aan en na een stormseizoen) inspecties worden uitgevoerd van de aansluiting van de bekleding op het fundament van de windturbine en verhardingen.

8 Referenties

Bij het opstellen van dit rapport zijn de volgende documenten gebruikt:

- Ref 1. Leggerdocument Dijkkringverbindende Waterkering Stormvloedkering Nieuwe Waterweg/Europoort, Rijkswaterstaat Zuid-Holland, Waterdistrict Nieuwe Waterweg, 073916515:B, DZH-ARN-2009.01201, 3 juli 2009;
- Ref 2. Geotechnisch onderzoek en advies betreffende plaatsing 9 windturbines windpark landtong nabij Rozenburg, Fugro, opdrachtnummer 1015-0300-000, 9 september 2016;
- Ref 3. Hydraulische randvoorwaarden primaire waterkering, voor de derde toetsronde 2006-2011 (HR2006), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Augustus 2007;
- Ref 4. Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansen-normen, OI2014v4, Rijkswaterstaat, februari 2017;
- Ref 5. Tekening Landtong Rozenburg met indeling waterstaatswerken en zonering primaire waterkering, Rijkswaterstaat, 08-01-2018;
- Ref 6. Externe Veiligheid Windturbines Landtong, vervanging windturbines, projectnummer 0404024.00, Auteursgroep SAVE, Antea group, 5 december 2016;
- Ref 7. Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken, Staatscourant 2 juli 2002, nr. 123;
- Ref 8. Concept tekening Overzicht Windturbines Landtong Rozenburg, 15007-001, De Wolff, 04-02-2015;
- Ref 9. Statische berekeningen windturbines Windpark Landtong Rozenburg B.V., NM64C/1500 HH78 NL, WO.02.229_10, Ingenieursgroep Romkes BV, 8-3-2004/15-12-2006;

A1 Verbindende Waterkering 8 (nu traject 208)



Figuur A- 1 Locatie Verbindende Waterkering uit Hydraulische Randvoorwaarden 2006 [Ref 3]



Figuur A- 2 Trajectindeling nieuwe normering [Ref 4]

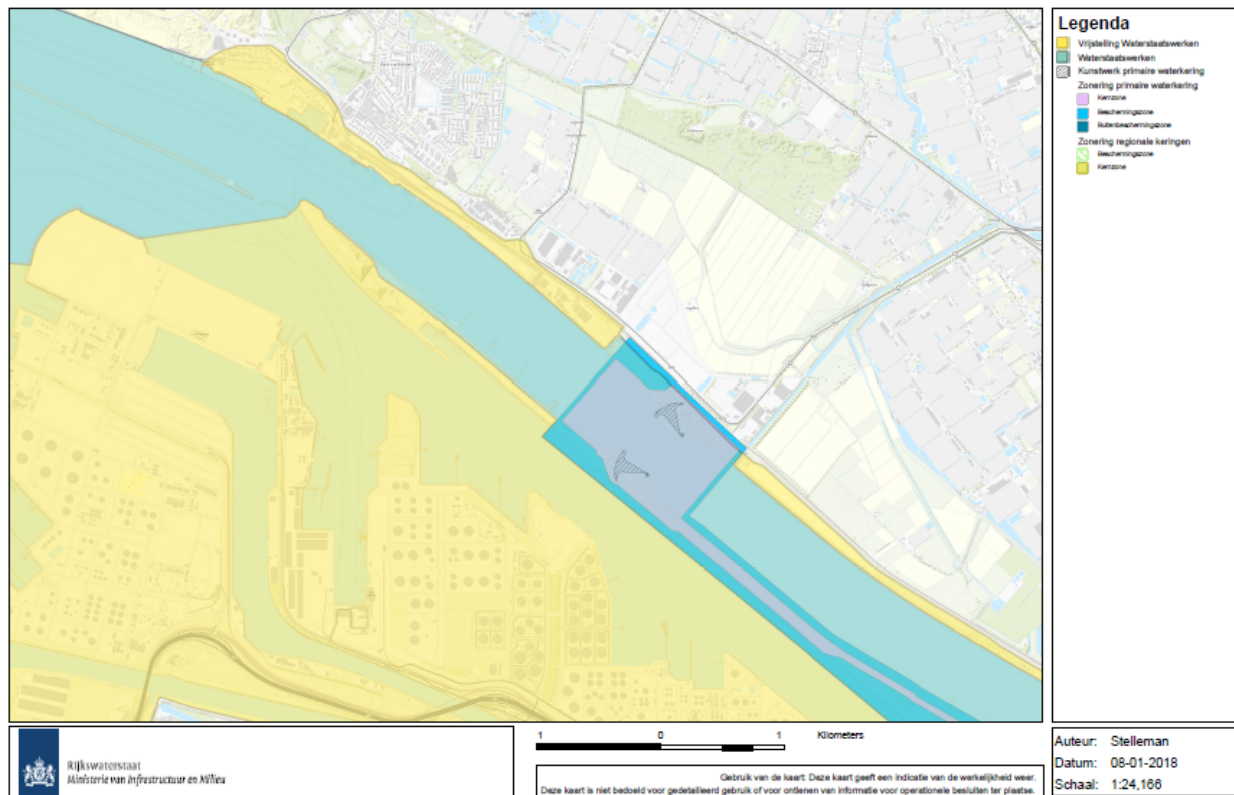
Signalerings- en ondergrenswaarden voorliggende keringen

Traject	Naam kering	Signalerings waarde MKBA	Signalerings waarde LIR	Ondergrens	Maximale faalkanseis niet-sluiten
201	Afsluitdijk	1:10000		1:3000	
202	Kadoelersluis	1:10000	1:1000	1:3000	
204a	Houtribdijk – initiatie falen vanuit IJsselmeer	1:10000		1:3000	
204b	Houtribdijk – initiatie falen vanuit Markermeer	1:1000		1:300	
205	Nijkerkersluis	1:3000		1:1000	
206	Spooldersluis	1:10000		1:3000	
208	Europoort / Maeslantkering	1:100000		1:30000	1:100
209	Europoort / Hartelkering	1:100000		1:30000	1:10

Figuur A- 3 Normering [Ref 4]

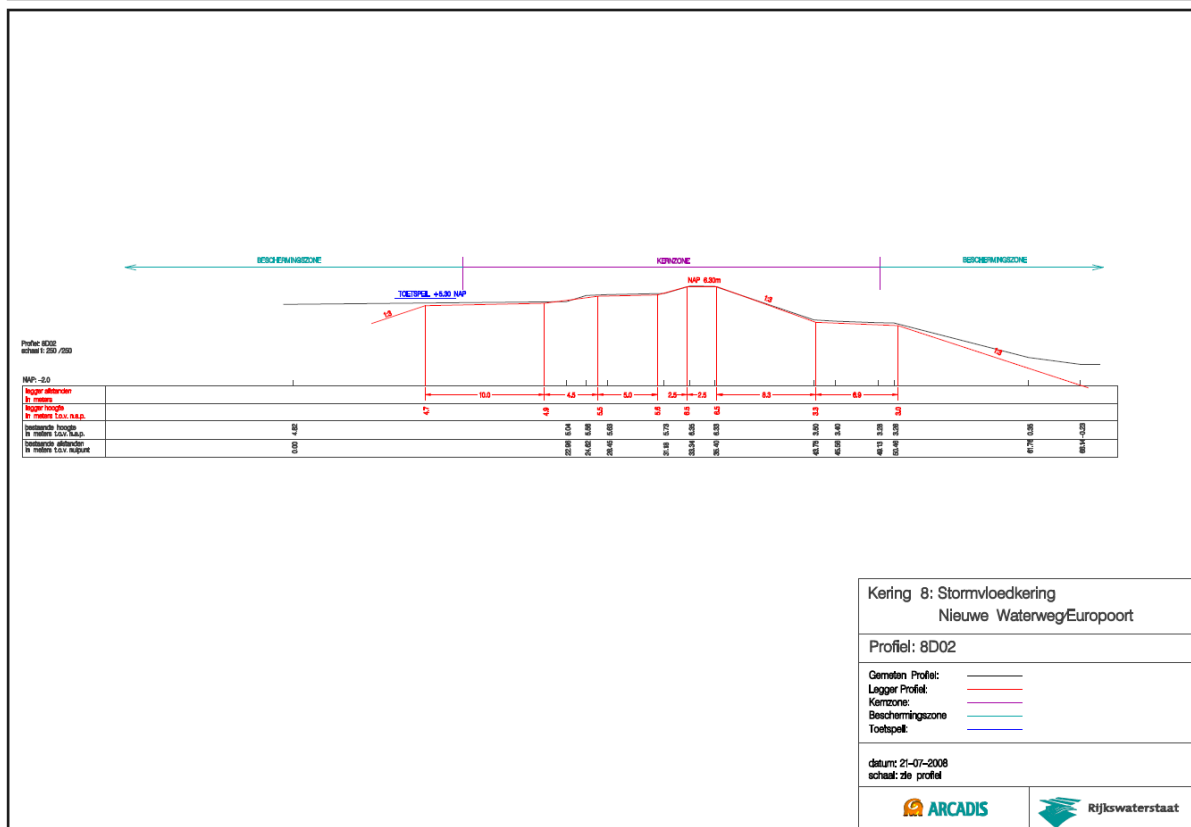
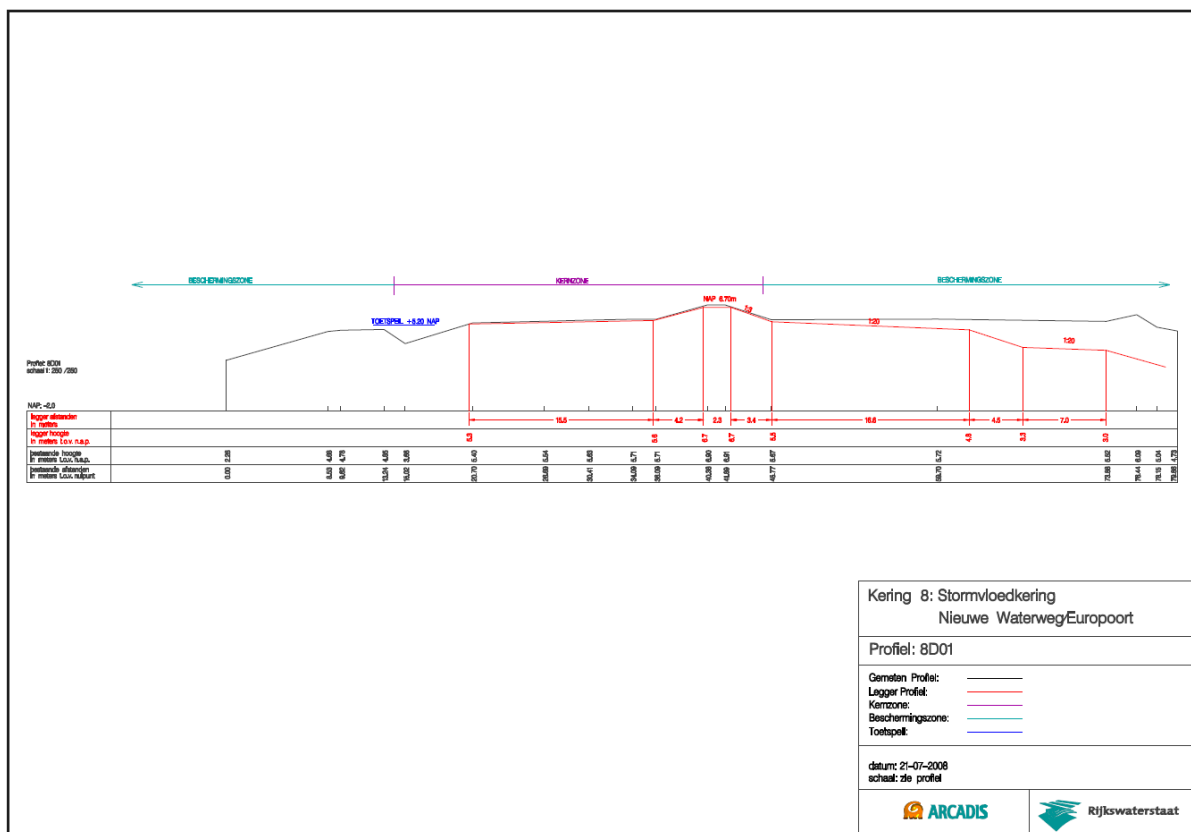
A2 Zonering primaire waterkering

landtong rozenburg

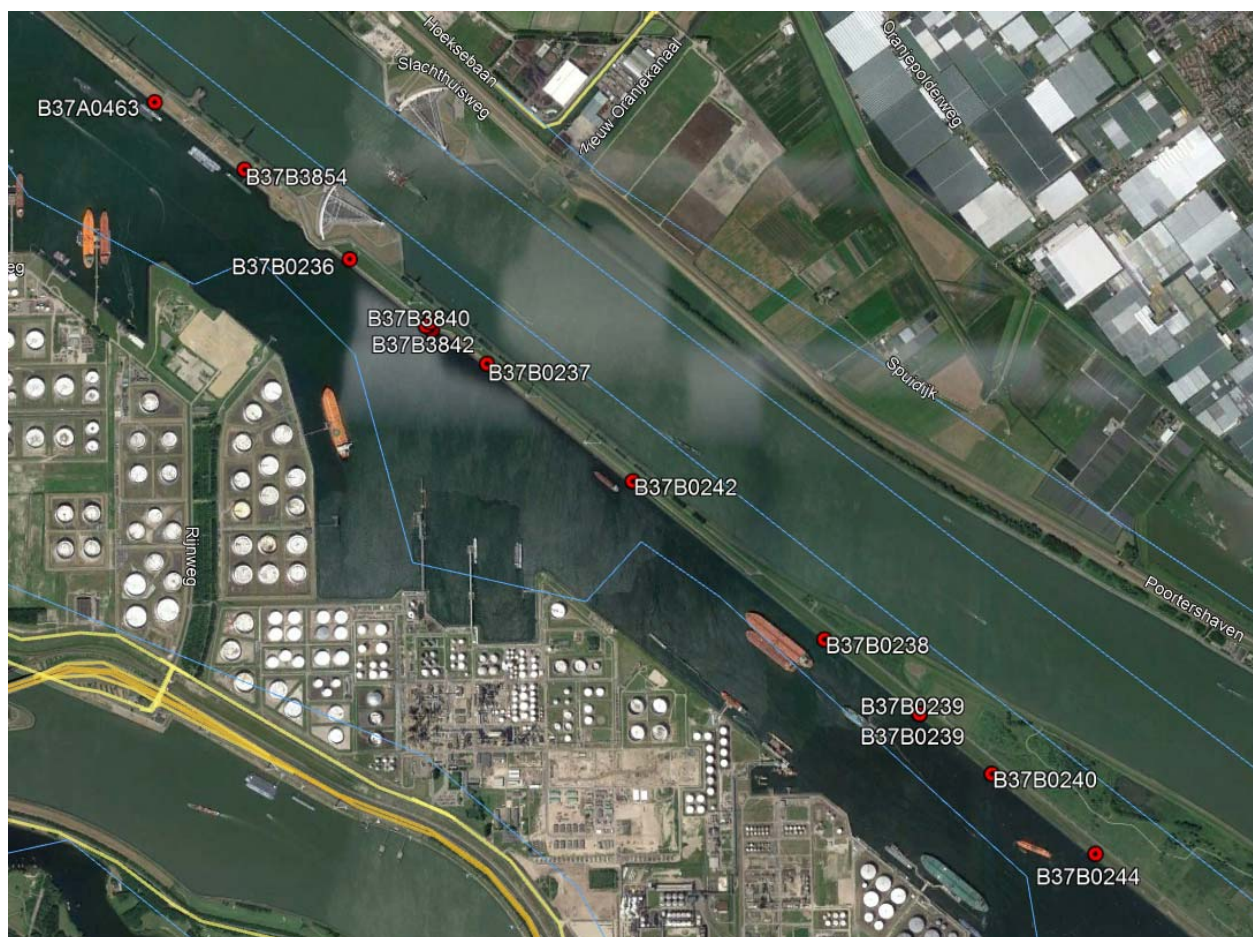


Figuur A- 4 Zonering kering RWS [Ref 5]

A3 Profielen sectie D1 en D2 Europoort 1

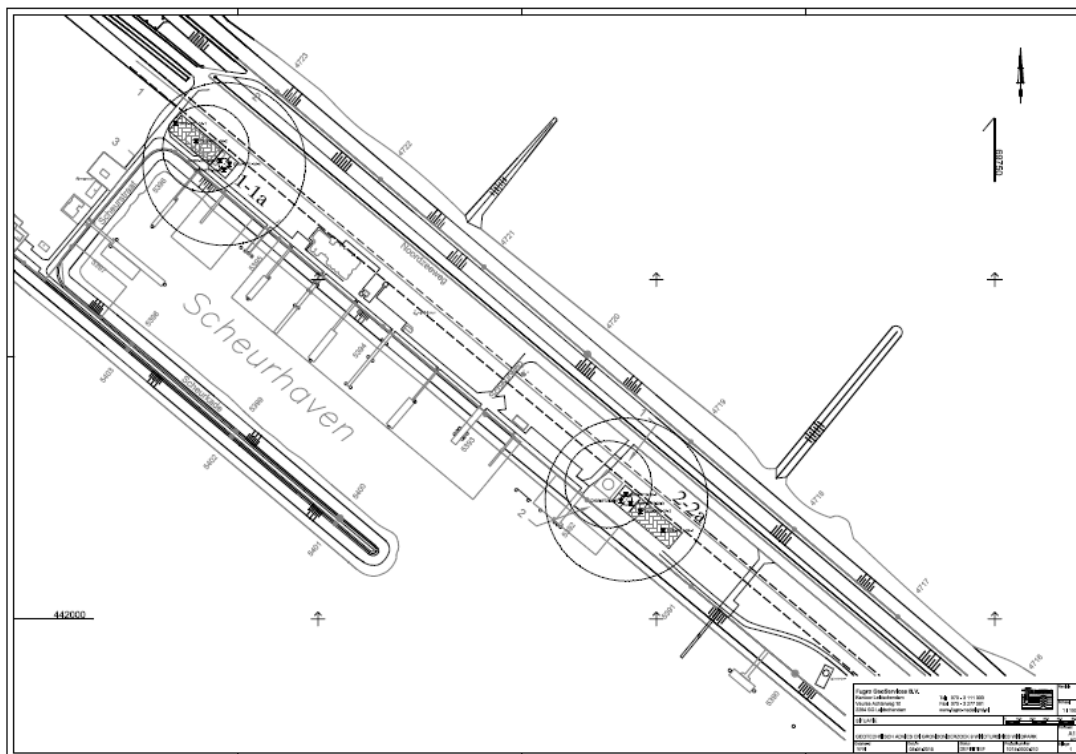


A4 Bodemgegevens DINOloket

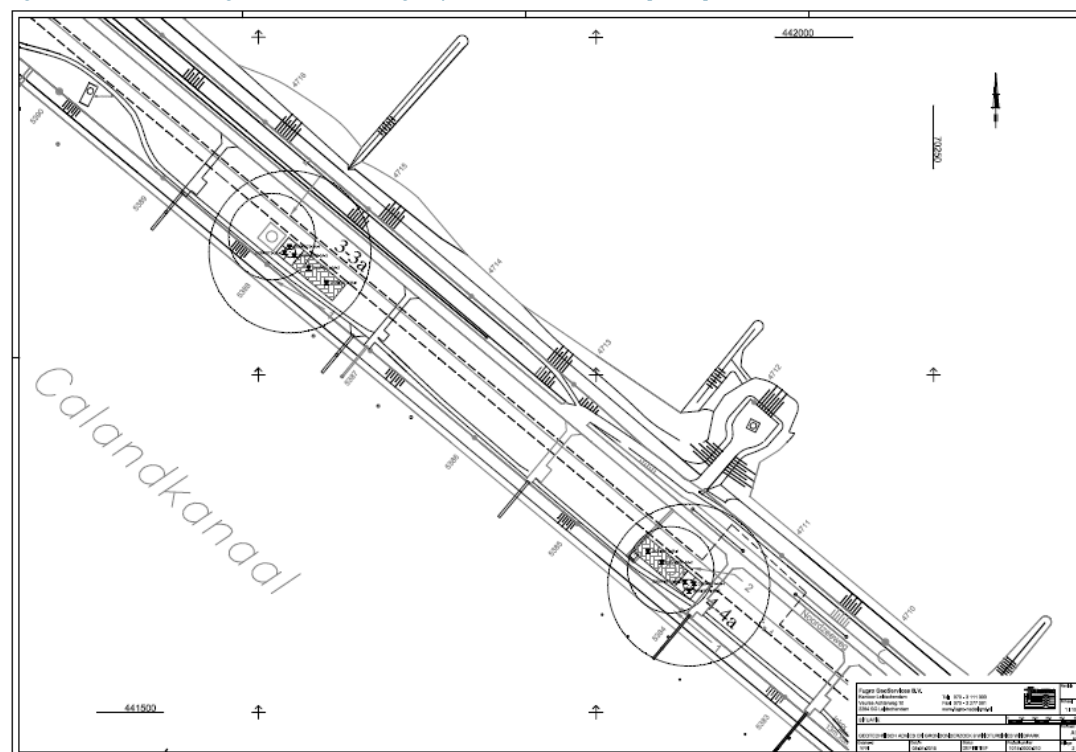


Figuur A- 5 Locaties geotechnische boringen opgenomen in DINO-loket

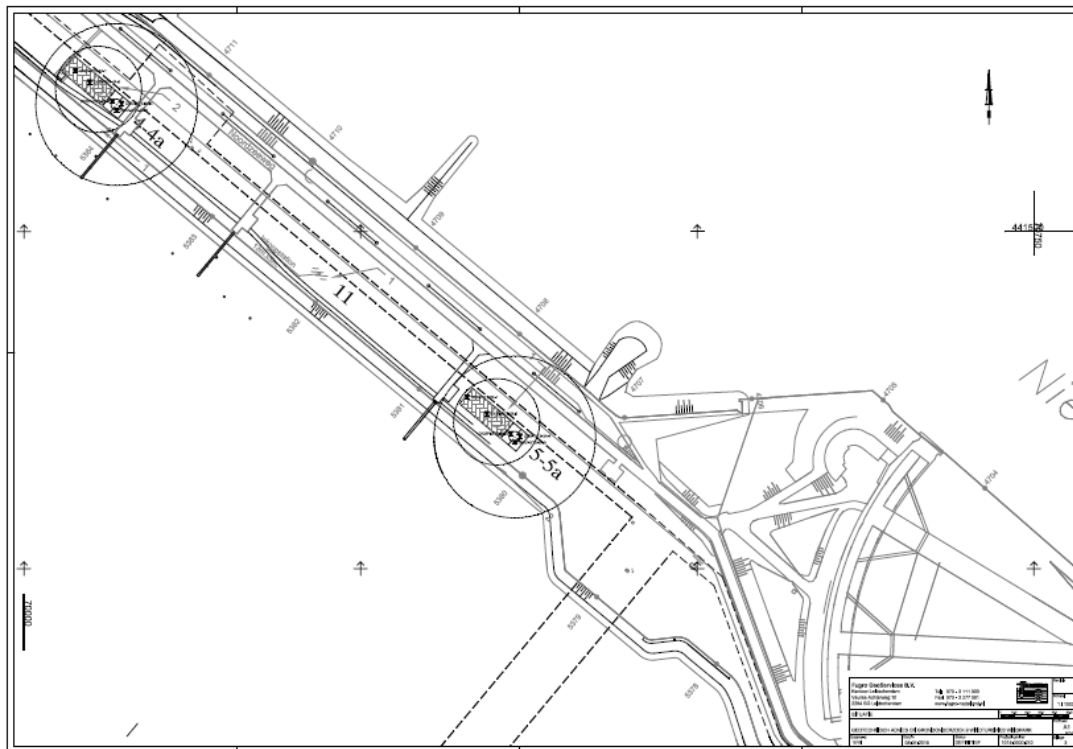
A5 Locaties Sonderingen Fugro



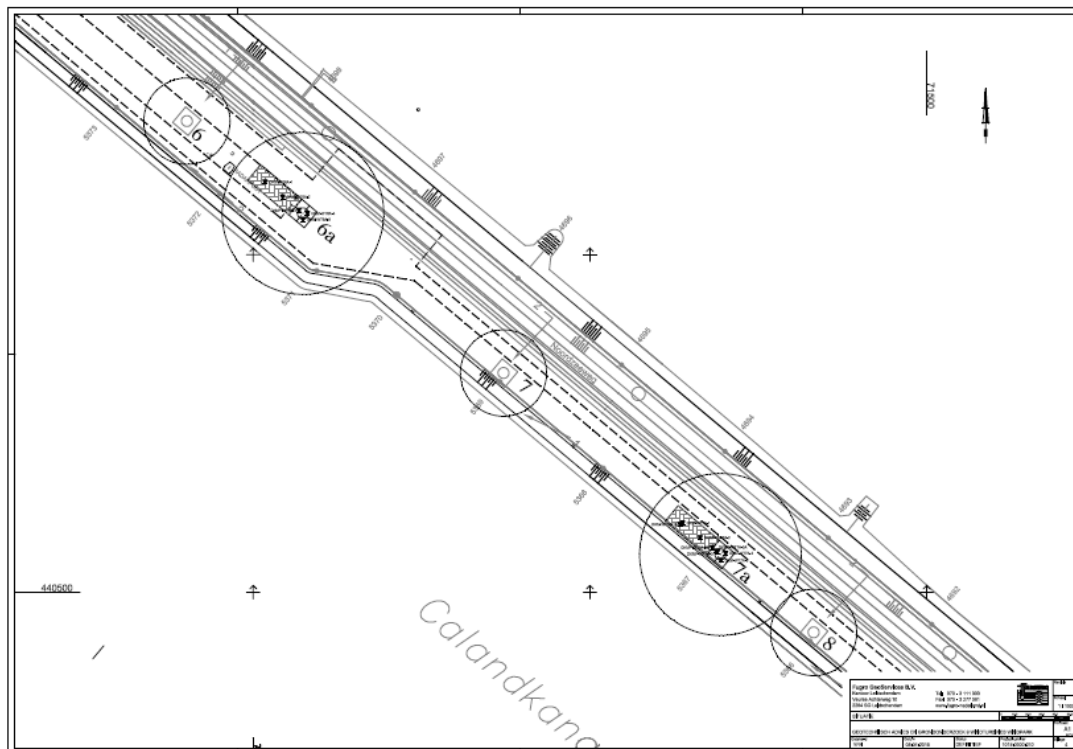
Figuur A- 6 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 1-1a en 2-2a [Ref 2]



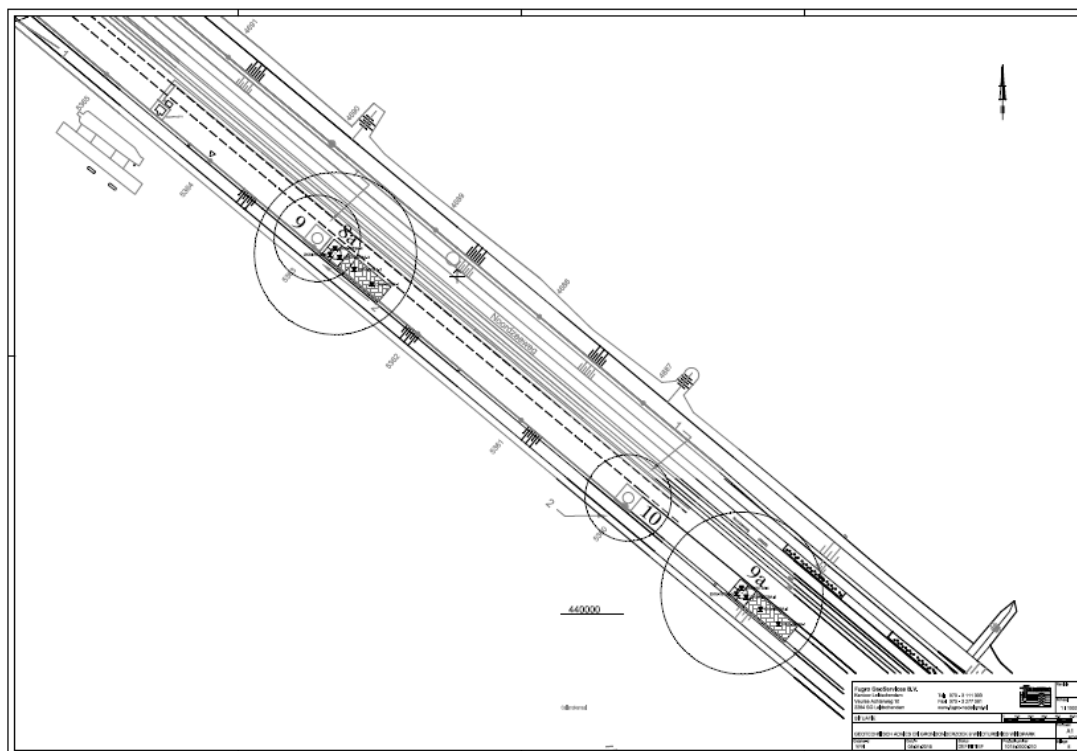
Figuur A- 7 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 3-3a en 4-4a [Ref 2]



Figuur A- 8 Locaties uitgevoerde sonderingen positie 5-5a [Ref 2]



Figuur A- 9 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 6a en 7a [Ref 2]



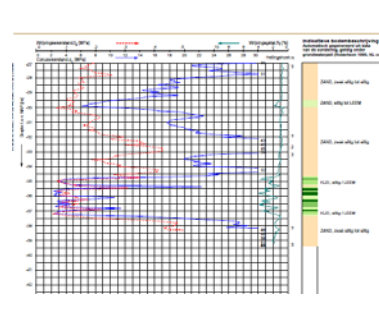
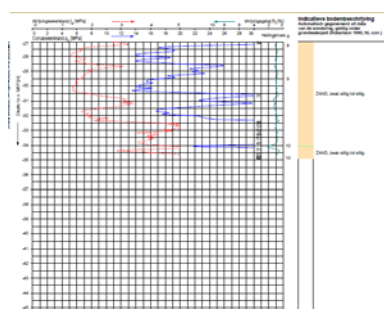
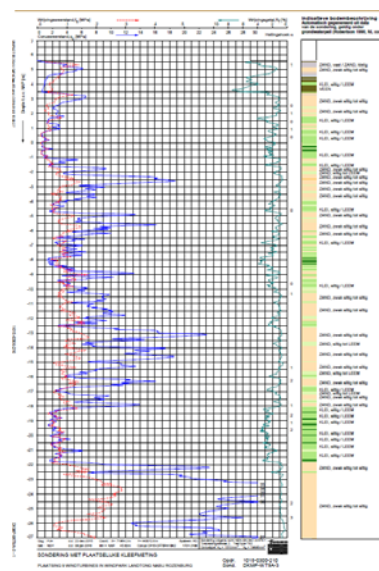
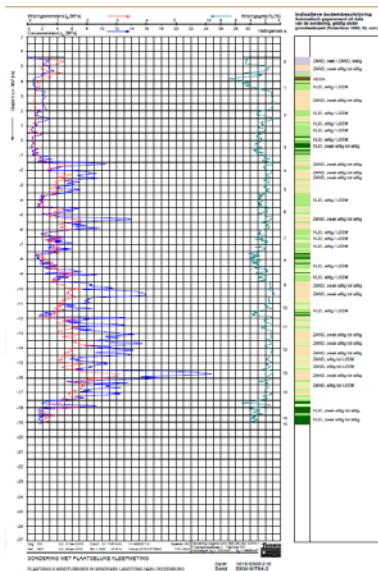
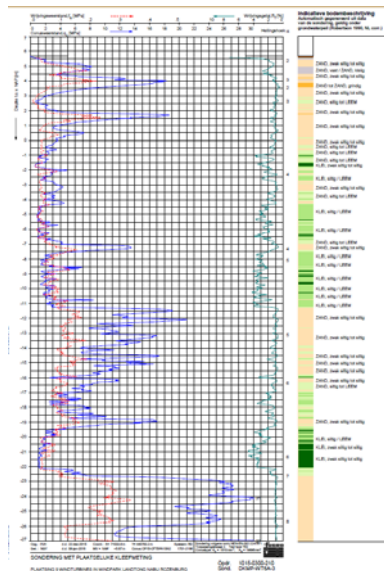
Figuur A- 10 Locaties uitgevoerde sonderingen posities 8a en 9a [Ref 2]

A6 Sonderingen

Sonderingen toegepast bij bodemschematisatie profielen D01 en D02.

DKM-WT6A-3 tbv D01

DKM-WT9A-2 en DKM-WT9A-3 tbv D02



A7 Informatie waterstanden

Noordzeekust Hoek van Holland

Standen in cm t.o.v. NAP

Getijtype cq grootheid	Slotgemiddelden			Waarden maansverloop	
	HW- stand	LW- stand	tijverschil	HW	LW
Gem. springtij	132	-63	195	1:32	6:51
Gem. tij	115	-60	175	1:34	7:17
Gem. doortij	90	-55	145	1:36	7:39
Gem. duur rijzing				6:42	
Gem. duur daling				5:43	
Gem. waterstand		9			

Gemiddelde over- en onderschrijdingsfrequenties		
Frequentie	Overschrijding hoogwaterstanden	Onderschrijding laagwaterstanden
1x per 10.000 jaar	510	
1x per 5.000 jaar	480	
1x per 4.000 jaar	470	
1x per 2.000 jaar	450	
1x per 1.000 jaar	430	
1x per 500 jaar	410	
1x per 200 jaar	380	
1x per 100 jaar	360	
1x per 50 jaar	340	
1x per 20 jaar	315	-190
1x per 10 jaar	300	-180
1x per 5 jaar	285	-170
1x per 2 jaar	260	-155
1x per jaar	245	-145
2x per jaar	230	-135
5x per jaar	210	-125
LAT		-92

Hoogst bekende waarde 385 cm 1 feb 1953 Periode 1900-2010
Laagst bekende waarde -210 cm 12 jan 1913 Periode 1900-2010

Getijgebied

Waterstanden

Scheur, Maassluis

Algemene gegevens

slotgemiddelden 1991.0				waarden maansverloop			gemiddelde over- en onderschrijdings- frequentie per jaar			
type tij	HW- stand	LW- stand	tijver- schil	type tij cq grootheid	HW	LW	overschrijding hoogwaterstanden		onderschrijding laagwaterstanden	
							frequentie	stand	frequentie	stand
gem.	122	-48	170	gem.springtij	2.51	10.15	1x per 10.000 jaar	340	1x per 10 jaar	-150
springtij				gem.doodtij	2.32	8.38	1x per 1.000 jaar	325	1x per jaar	-125
gem. tij	106	-50	156	gem.havengetal	2.43	10.07	1x per 100 jaar	309		
gem.				gem.duur rijzing		5.01	1x per 10 jaar	281		
doodtij	99	-45	144	gem.duur daling		7.24	1x per 2 jaar	248	OLW 1991.0	-80
							(grenspeil)			
gem. waterstand:	13						1x per jaar	237		
							maatgevende waarde	340		
							(Delfland, 1x per 10.000 jaar)			

A8 Bepaling faalkanseisen en afleiding veiligheidsfactoren

$$\beta_{eis,i} = \Phi^{-1}(P_{eis,i}) = \Phi^{-1}\left(\frac{\omega \cdot P_{norm}}{(1 + a \frac{L}{b})}\right)$$

Macro-stabiliteit binnenwaarts:

- $\omega = 0,04$
- $P_{norm} = 1/100.000$ per jaar
- $a = 0,033$
- $b = 50$ m
- $L = 7300$ m

$P_{eis} = 1/14.545.000$ per jaar

$\beta = 5,27$

Mohr-Coulomb

$$\gamma_n = 1 + 0,13(\beta_{eis,dsn} - 4,0) \quad \text{met } \beta_{eis,dsn} = -\phi^{-1}(P_{eis,dsn})$$

CSSM

$$\gamma_n = 0,15\beta_{eis,dsn} + 0,41 \quad \text{met } \beta_{eis,dsn} = -\phi^{-1}(P_{eis,dsn})$$

schadefactor (Mohr-Coulomb) $\gamma_n = 1,17$

schadefactor (CSSM) $\gamma_n = 1,20$

Piping:

- $\omega = 0,24$
- $P_{norm} = 1/100.000$ per jaar
- $a = 0,4$
- $b = 300$ m
- $L = 7300$ m

$P_{eis} = 1/4.472.222$ per jaar

$\beta = 5,05$

$$\gamma_{pip} = 1,04 \cdot e^{(0,37\beta_{eis,dsn} - 0,43\beta_{max})}$$

sterktefactor (piping) $\gamma_{mp} = 1,64$

Macro-stabiliteit buitenwaarts:

- $\omega = 0,04$
- $P_{norm} = 1/100.000$ per jaar
- $a = 0,033$
- $b = 50$ m
- $L = 7300$ m
- Instabiliteit niet gecorreleerd met hoogwater: factor 0,1 toepassen

$P_{eis} = 1/1.454.500$ per jaar

$\beta = 4,83$

Mohr-Coulomb

$$\gamma_n = 1 + 0,13(\beta_{eis,dsn} - 4,0) \quad \text{met } \beta_{eis,dsn} = -\phi^{-1}(P_{eis,dsn})$$

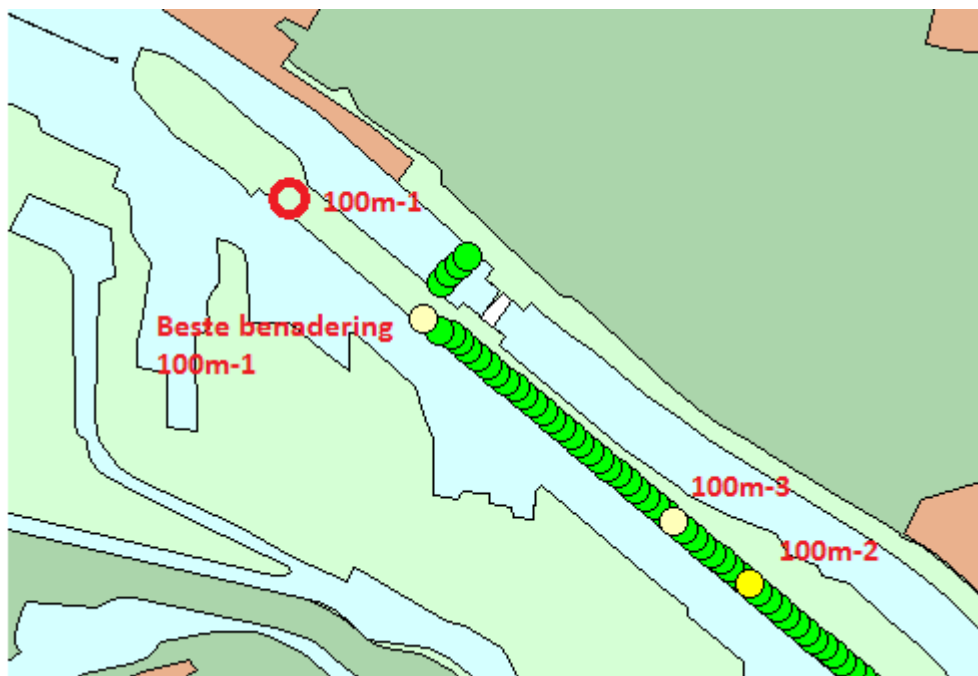
CSSM

$$\gamma_n = 0,15\beta_{eis,dsn} + 0,41 \quad \text{met } \beta_{eis,dsn} = -\phi^{-1}(P_{eis,dsn})$$

schadefactor (Mohr-Coulomb) $\gamma_n = 1,11$

schadefactor (CSSM) $\gamma_n = 1,13$

A9 Afleiding waterstanden



Waterstanden Calandkanaal voor Geotechnische beoordeling

		1/30.000 jaar	1/100.000 jaar
Windmolen	Hydra uitvoerlocatie	h [m]	h [m]
100-m2	CK_1_208_vk_00026	6.44	6.90
100-m3	CK_1_208_vk_00034	6.40	6.85
100-m1	CK_1_208_vk_00060	6.28	6.73

Waterstanden Calandkanaal voor beoordeling hoogte

		416.667 jaar				
Windmolen	Hydra uitvoerlocatie	h [m]	H_s [m]	$T_{m-1,0}$ [s]	r [graden]	z_k [m]
100-m2	CK_1_208_vk_00026	7.47	1.76	4.36	296.6	8.93
100-m3	CK_1_208_vk_00034	7.43	1.76	4.38	296.3	8.89
100-m1	CK_1_208_vk_00060	7.29	2.01	4.70	294.7	9.06

Z_k is de oploophoogte voor 10 l/s/m golfoverslag

r is de hoek van inval

Waterstand in de Nieuwe Waterweg bij hoogwater op Noordzee

	Gesloten Europoortkering (bijdrage aan ov.freq100.0%)
-----+-----	
windrichting r (bijdrage aan ov.freq)	NW (69.3%)
zeewaterstand m te Maasmond [m+NAP]	6.22
Rijnafvoer q te Lobith [m³/s]	2200
potentiële windsnelheid u [m/s]	35.5
lokale waterstand h [m+NAP]	6.50

In de ruwe database voor dijktraject 14-3 dit punt opzoeken en de daarbij behorende dichtstbijzijnde waterstand voor de dichtstbijzijnde locatie, welke dezelfde dichtstbijzijnde combinatie heeft van zeewaterstand, rivierafvoer, windsnelheid, windrichting en gesloten toestand van de stormvloedkering.

NW_1_14-3_dk_00531 de dichtstbijzijnde locatie (met het oog in Hydra bepaald). Deze locatie heeft als id in de database 5964.

Vervolgens gesloten keringtoestand, ClosingSituationId=2
Daarna de windrichting: HRDWindDirectionId=5

Vervolgens filteren op de dichtstbijzijnde rijnafvoer, zeewaterstand en windsnelheid, met volgende aannames:

Rijnafvoer = 2000 m³/s (aan de lage kant)
Zeewaterstand = NAP+6.04 m (aan de lage kant)
Windsnelheid = 42 m/s (aan de hoge kant).

Zoekopdracht:

```
Select * From HydroDynamicResultData Where HRDResultColumnId=1 And
HydroDynamicDataId in ( Select HydroDynamicDataId from HydroDynamicInputData
where Value=42.0 and HydroDynamicDataId In (Select HydroDynamicDataId from
HydroDynamicInputData where Value=6.04 And HydroDynamicDataId In (Select
HydroDynamicDataId from HydroDynamicInputData where Value=2000 AND
HydroDynamicDataId In (Select HydroDynamicDataId From HydroDynamicData where
HRDLocationId=5964 AND ClosingSituationId=2 AND HRDWindDirectionId=5))))
```

Met als resultaat een waterstand van **NAP+2.12m** in de Nieuwe Waterweg:

	HydroDynamicDataId	HRDResultColumnId	Value
1	89391475	1	2.11885001

Korte gevoeligheidsanalyse:

Als de Rijn naar 4000 m³/s gaat, gaat de waterstand naar NAP+2.11m
Als de zeewaterstand naar NAP+7.04m gaat, gaat de waterstand naar NAP+2.13m
Als de windsnelheid naar 30 m/s gaat, gaat de waterstand naar NAP+2.12m
Als alle drie veranderen, gaat de waterstand naar NAP+2.12m

A10 Bepaling schematiseringsfactor

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

Let op: Uitsluitend van toepassing bij het CSSM-materiaalmodel OI2014v4

Macrostabieliteit_CSSM

Ontwerps in termen van schade factor γ_n :

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} :

Idem in termen van toelaatbare faalkans:

1,200

5,267

6,95E-08

met

$$\gamma_n = 0,15\beta_{f(s,d,m)} + 0,41$$

Eerste keuze schematiseringsfactor:

Stab. factorels in ontwerpanalyse F_d ,els:

Corresponderende β :

Corresponderende faalkans:

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

1,140

1,368

6,387

8,48E-11

8,39E-11

SI	P(SI)	$\Delta F_d(D;SI)$	$F_d(D; SI)$	β	$P_{sf}(D;SI)$	$P_{sf}(D; SI)*P(SI)$
1	0,990	0	1,37	6,387	8,48E-11	8,39E-11
2	0,004	0,34	1,71	8,653	2,50E-18	1,00E-20
3	0,003	-0,07	1,30	5,920	1,61E-09	4,83E-12
4	0,003	0	1,37	6,387	8,48E-11	2,54E-13
5			1,37	6,387	8,48E-11	0,00E+00
6			1,37	6,387	8,48E-11	0,00E+00
7			1,37	6,387	8,48E-11	0,00E+00
8			1,37	6,387	8,48E-11	0,00E+00
9			1,37	6,387	8,48E-11	0,00E+00
10			1,37	6,387	8,48E-11	0,00E+00

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering D01 STBI Bouw (versn=0,12)

D01 bouw met kleikern ipv zandkern

D01 bouw met MV AL 0,2 m lager

D01 bouw met WS 1 m hoger

Totale faalkans $S1 \dots S10$:

$\Delta F_d(D;SI)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactorels
bij aanname van scenario SI

8,90E-11

dit is 0% van de toelaatbare kans

Indien dit kleiner dan 100% is, dan is de schematiseringfactor
schematiseringsfactor verhogen tot dit percentage < 100% is

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringfactor:

Stab. factorels in ontwerpanalyse:

Corresponderende β :

Corresponderende faalkans:

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

1,010

1,212

5,347

4,48E-08

4,43E-08

Indien totale faalkans te groot, hoog dan schemati

Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een

waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende

met de ophoging van de schematiseringsfactor tot

(ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

SI	P(SI)	$F_d(D; SI)$	β	$P_{sf}(D;SI)$	$P_{sf}(D; SI)*P(SI)$
1	0,99	0	1,212	5,347	4,48E-08
2	0,004	0,34	1,552	7,613	1,34E-14
3	0,003	-0,07	1,142	4,880	5,30E-07
4	0,003	0	1,212	5,347	4,48E-08
5	0	0	1,212	5,347	4,48E-08
6	0	0	1,212	5,347	4,48E-08
7	0	0	1,212	5,347	4,48E-08
8	0	0	1,212	5,347	4,48E-08
9	0	0	1,212	5,347	4,48E-08
10	0	0	1,212	5,347	4,48E-08

NB: $F_d(D;SI)$ in deze tabel = $F_d(D;SI)$ uit bovenste tabel verhoogd met
toename stab factorels bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

4,61E-08

dit is 66% van de toelaatbare kans

Indien kleiner dan 100%

dan is schematiseringfactor ok

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

Let op: Uitsluitend van toepassing bij het Mohr-Coulomb model

Macrostabieliteit_Mohr Coulomb

Ontwerpels in termen van schadefactor γ_n : 1,200

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 5,538

Idem in termen van toelaatbare faalkans: 1,53E-08

Eerste keuze schematiseringsfactor: 1,140

Stab. factorels in ontwerpanalyse $F_{d,els}$: 1,368

Corresponderende β : 6,831

Corresponderende faalkans: 4,22E-12

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 4,18E-12

$$\beta = 4 + (F_{d,els} - 1) / 0.13$$

SI	P(SI)	$\Delta F_d(D; SI)$	$F_d(D; SI)$	β	$P_{sf}(D; SI)$	$P_{sf}(D; SI) \cdot P(SI)$
1	0,990	0	1,368	6,831	4,22E-12	4,18E-12
2	0,004	0,34	1,708	9,446	1,76E-21	7,03E-24
3	0,003	-0,07	1,298	6,292	1,56E-10	4,69E-13
4	0,003	0	1,368	6,831	4,22E-12	1,27E-14
5			1,368	6,831	4,22E-12	0,00E+00
6			1,368	6,831	4,22E-12	0,00E+00
7			1,368	6,831	4,22E-12	0,00E+00
8			1,368	6,831	4,22E-12	0,00E+00
9			1,368	6,831	4,22E-12	0,00E+00
10			1,368	6,831	4,22E-12	0,00E+00

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering D01 STBI Bouw (versn=0,12)

D01 bouw met kielkern ipv zandkern

D01 bouw met MV AL 0,2 m lager

D01 bouw met WS 1 m hoger

Totale faalkans S1 ... S10 :

4,66E-12

$\Delta F_d(D; SI)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactorels bij aanname van scenario SI

dit is 0%

van de toelaatbare kans

Indien dit kleiner dan 100% is, dan is de schematiseringfactor schematiseringsfactor verhogen tot dit percentage < 100% is

Nieuwe schatting voor schematiseringsfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor: 1,010

Stab. factorels in ontwerpanalyse: 1,212

Corresponderende β : 5,631

Corresponderende faalkans: 8,97E-09

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 8,88E-09

Indien totale faalkans te groot, hoog dan schemat. Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende met de ophoging van de schematiseringsfactor to (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

SI	P(SI)	$\Delta F_d(D; SI)$	$F_d(D; SI)$	β	$P_{sf}(D; SI)$	$P_{sf}(D; SI) \cdot P(SI)$
1	0,99	0	1,212	5,631	8,97E-09	8,88E-09
2	0,004	0,34	1,552	8,246	8,18E-17	3,27E-19
3	0,003	-0,07	1,142	5,092	1,77E-07	5,31E-10
4	0,003	0	1,212	5,631	8,97E-09	2,69E-11
5	0	0	1,212	5,631	8,97E-09	0,00E+00
6	0	0	1,212	5,631	8,97E-09	0,00E+00
7	0	0	1,212	5,631	8,97E-09	0,00E+00
8	0	0	1,212	5,631	8,97E-09	0,00E+00
9	0	0	1,212	5,631	8,97E-09	0,00E+00
10	0	0	1,212	5,631	8,97E-09	0,00E+00

NB: $F_d(D; SI)$ in deze tabel = $F_d(D; SI)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factorels bij nieuwe schematiseringsfactor (oel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

9,44E-09

dit is 62%

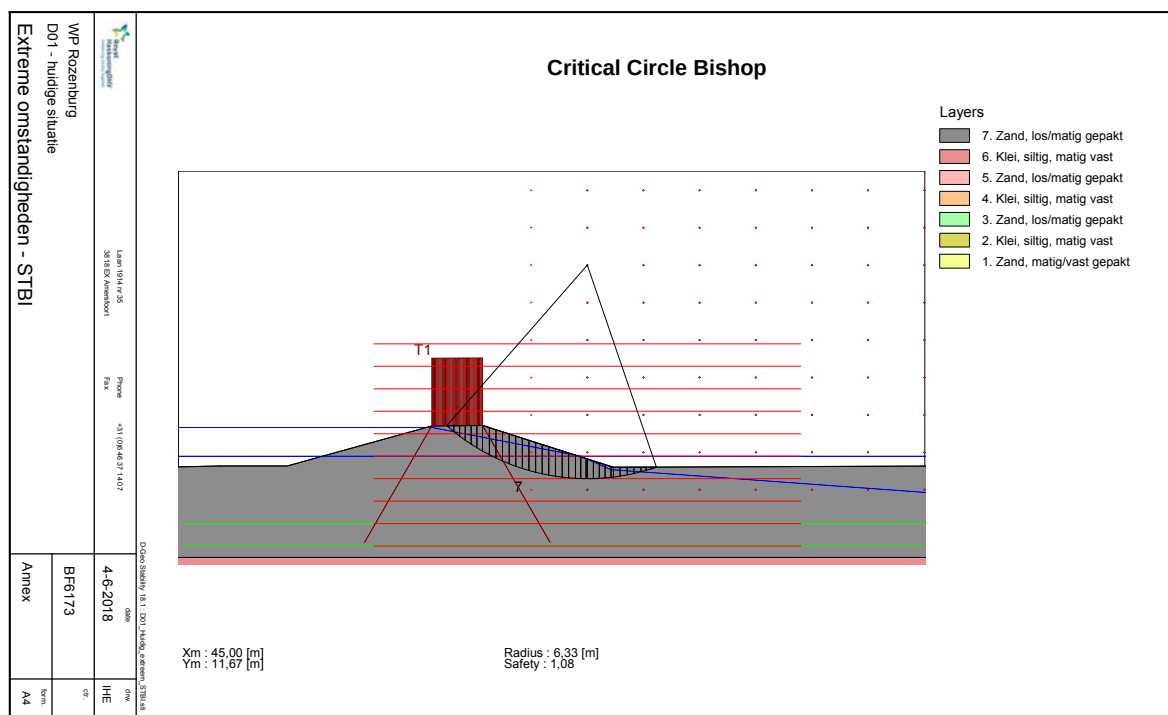
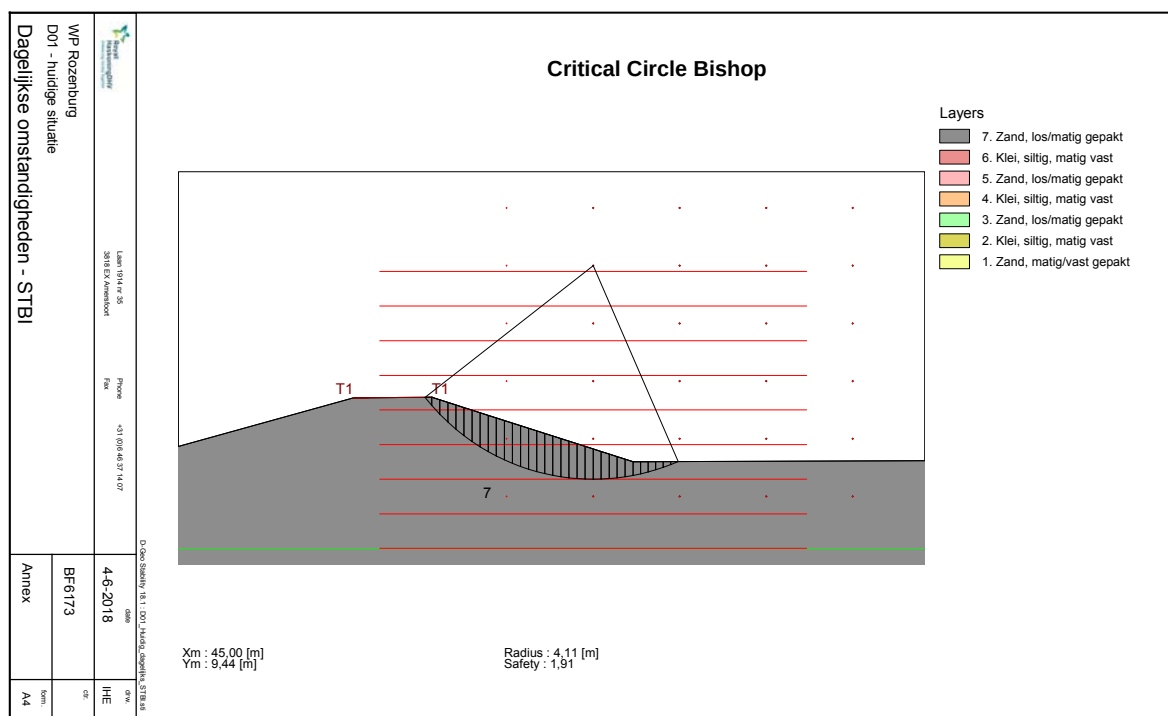
van de toelaatbare kans

Indien kleiner dan 100%

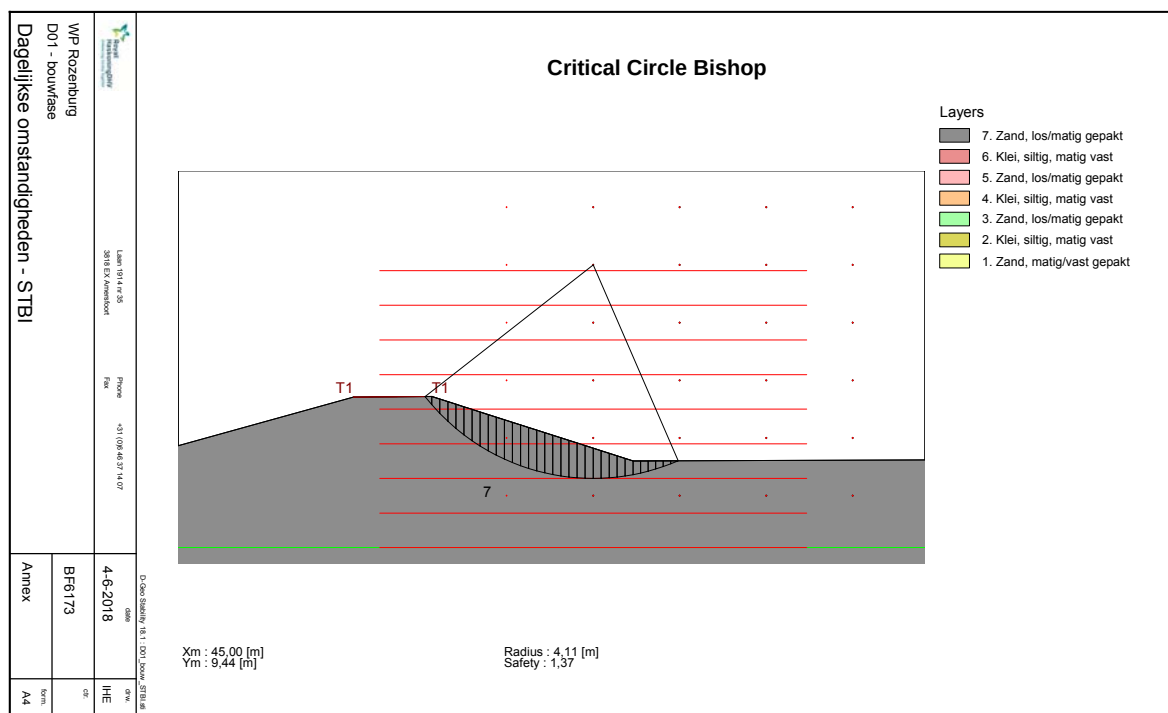
dan is schematiseringfactor ok

A11 Resultaten stabiliteitsberekeningen STBI

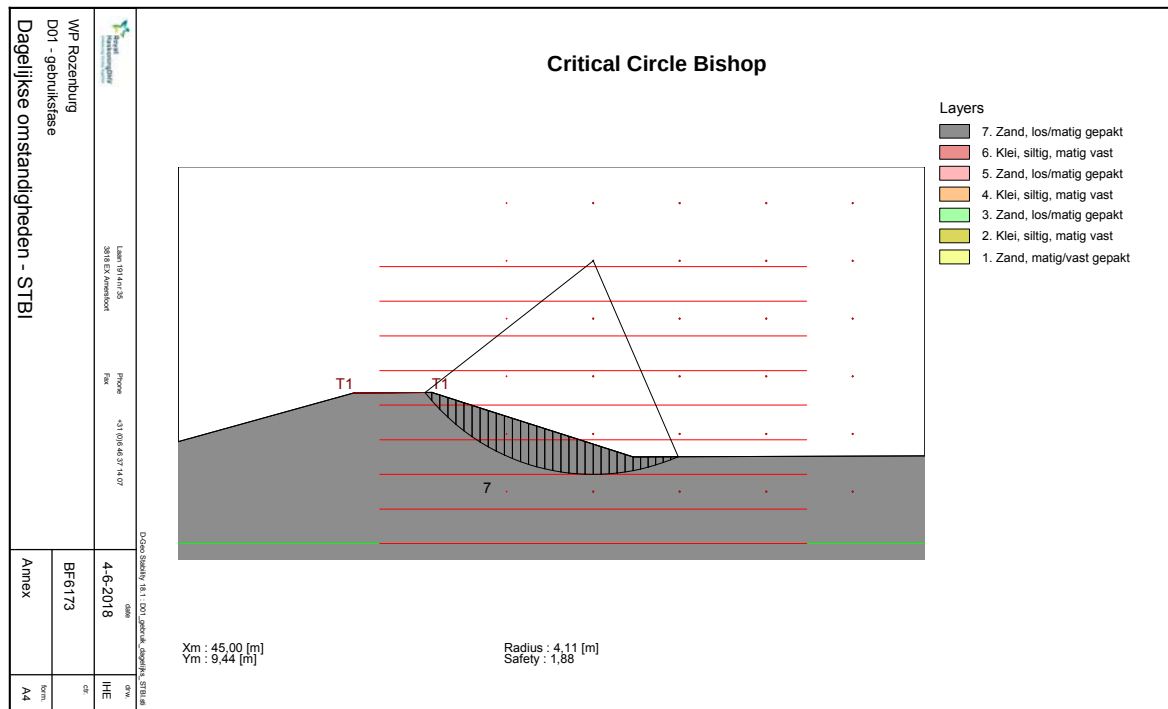
D01 Huidige situatie

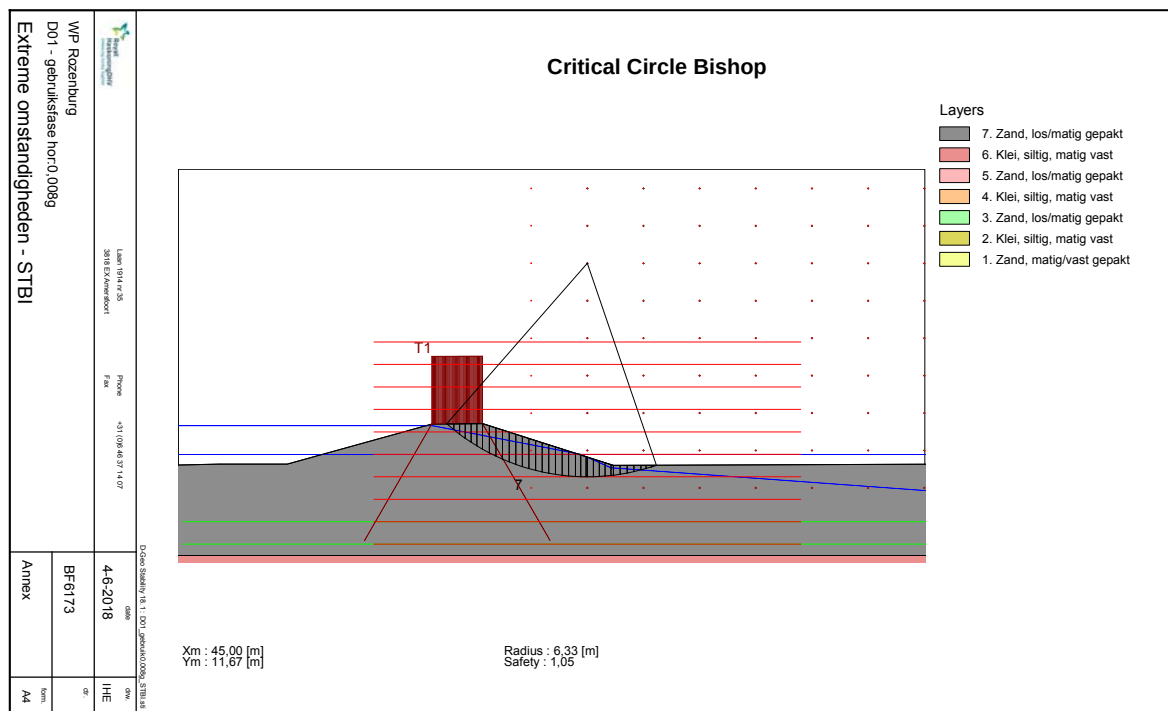


D01 bouwfase

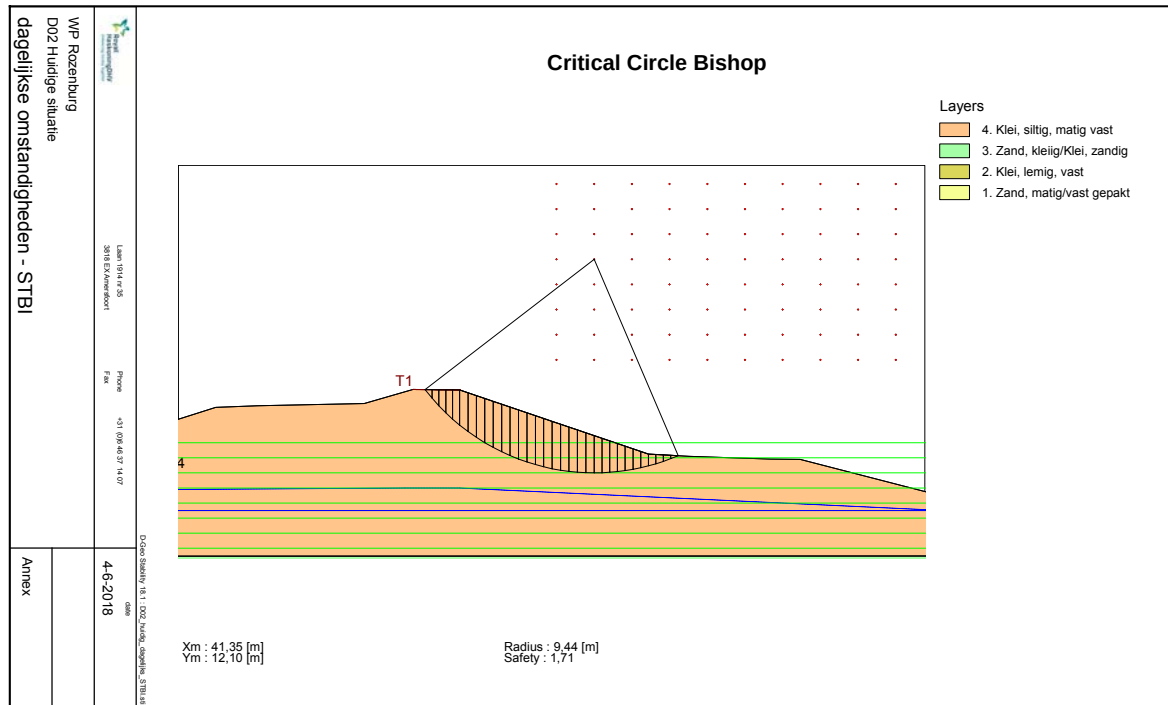


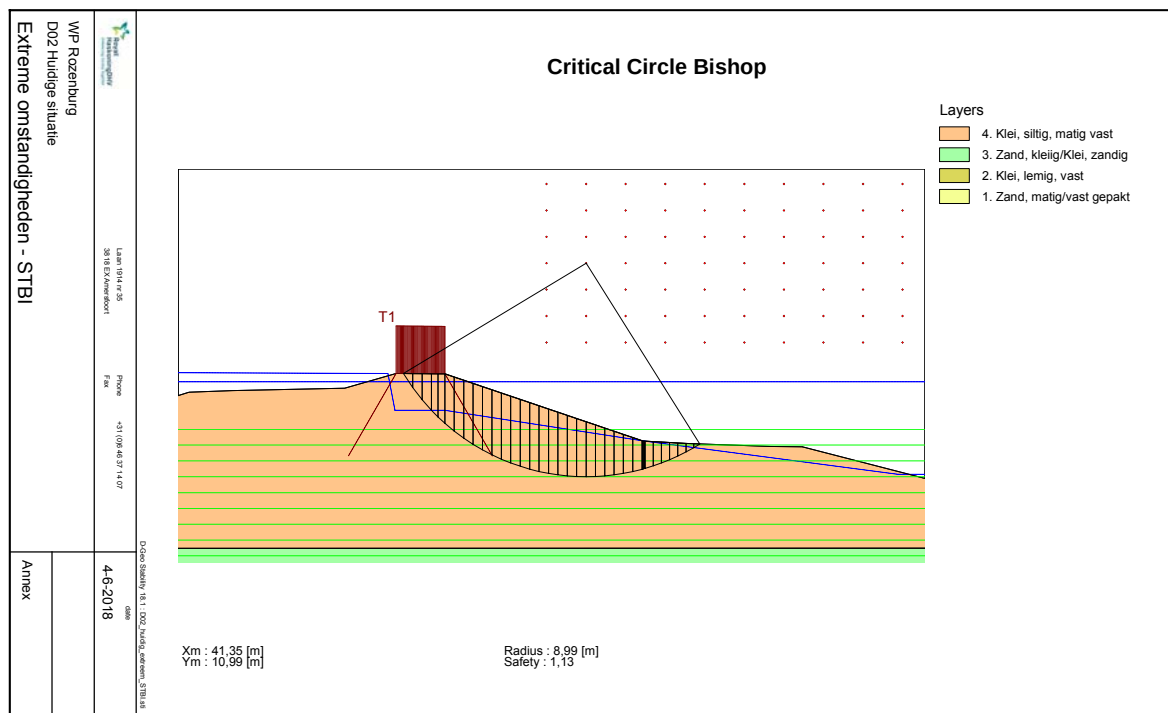
D01 gebruiksfase



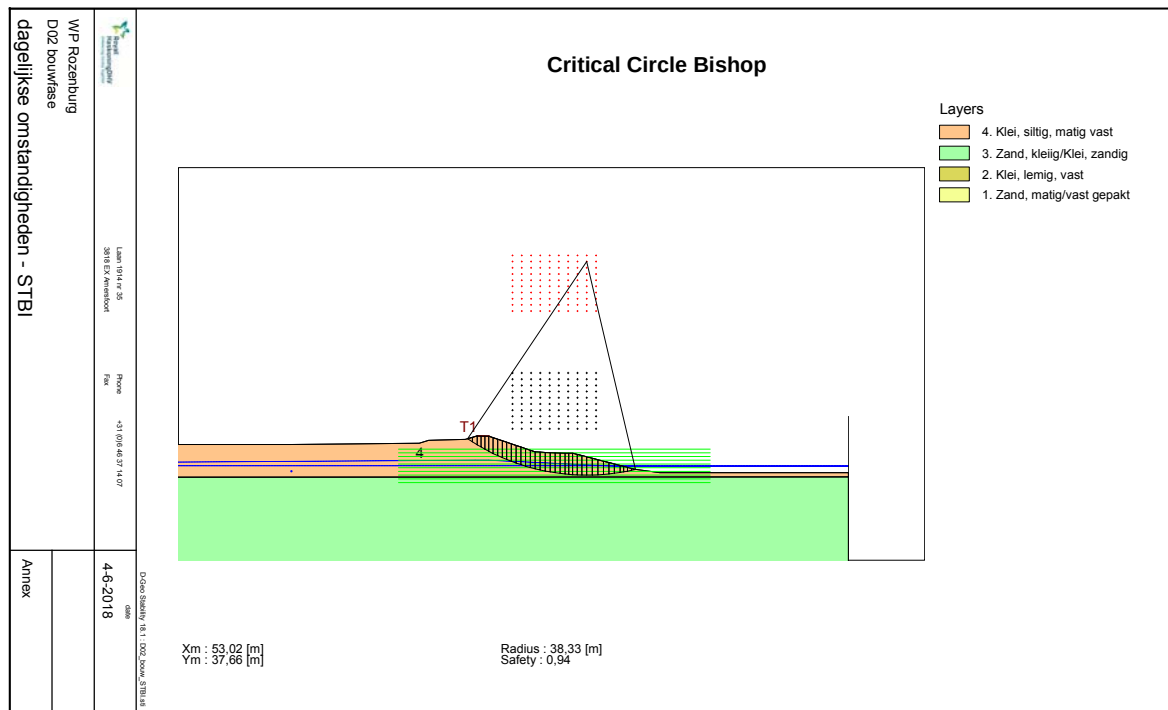


D02 huidige situatie

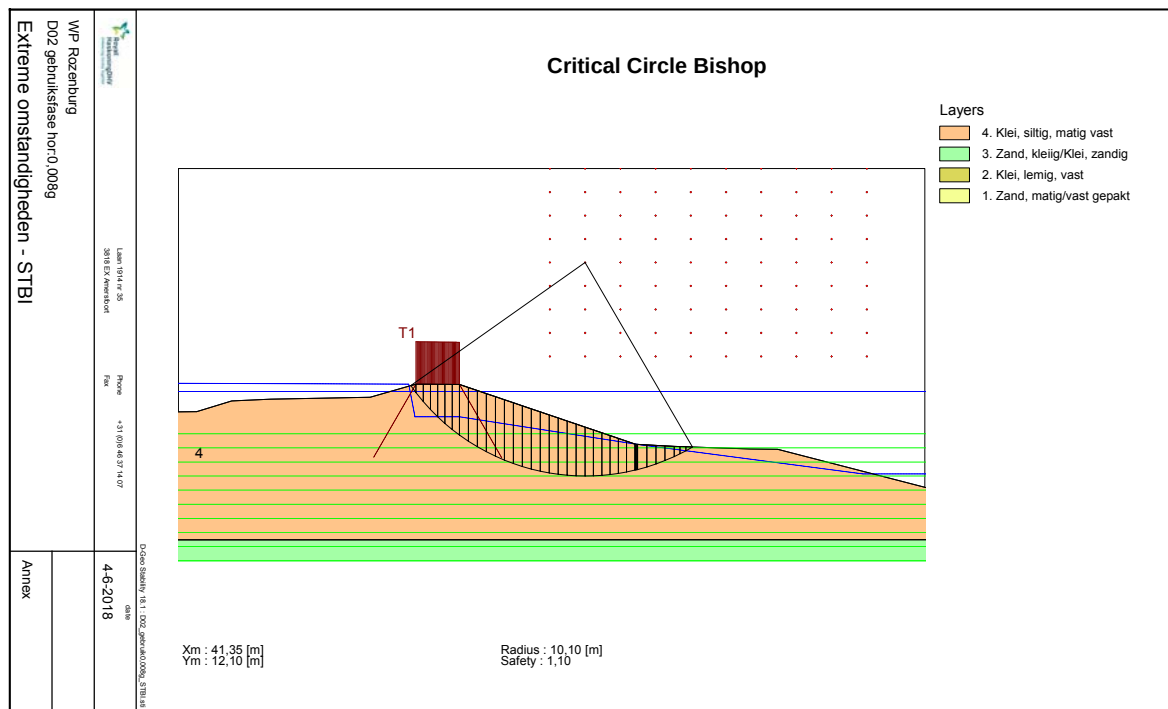
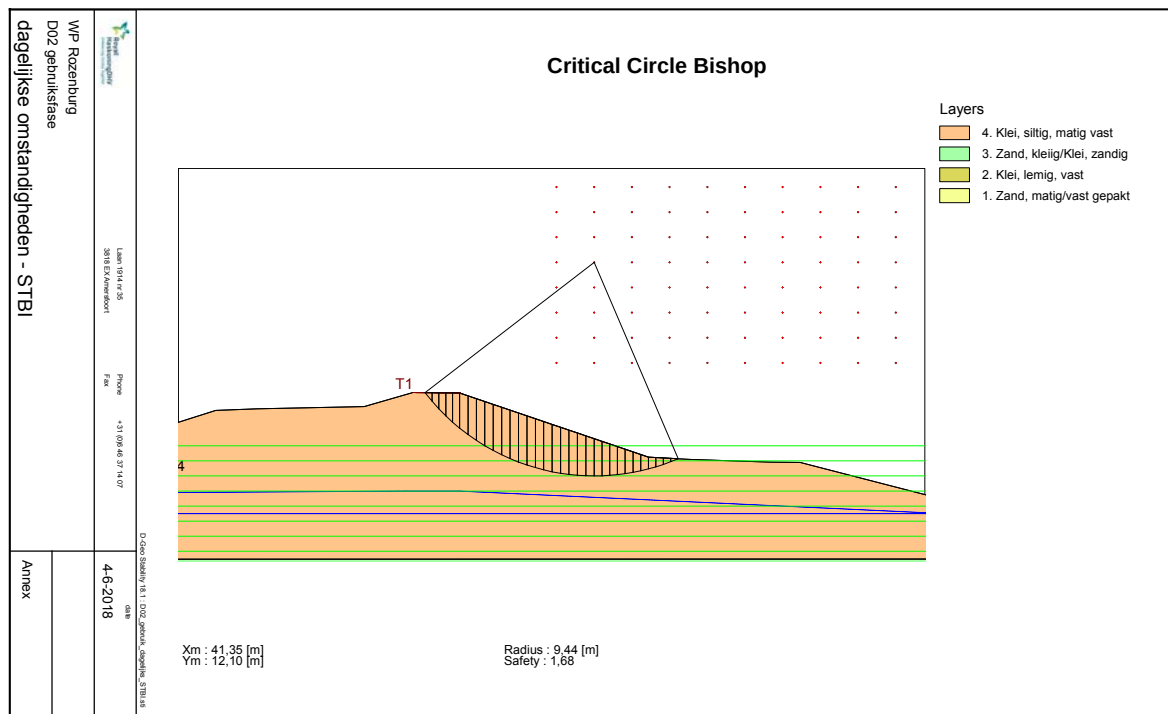




D02 bouwfase

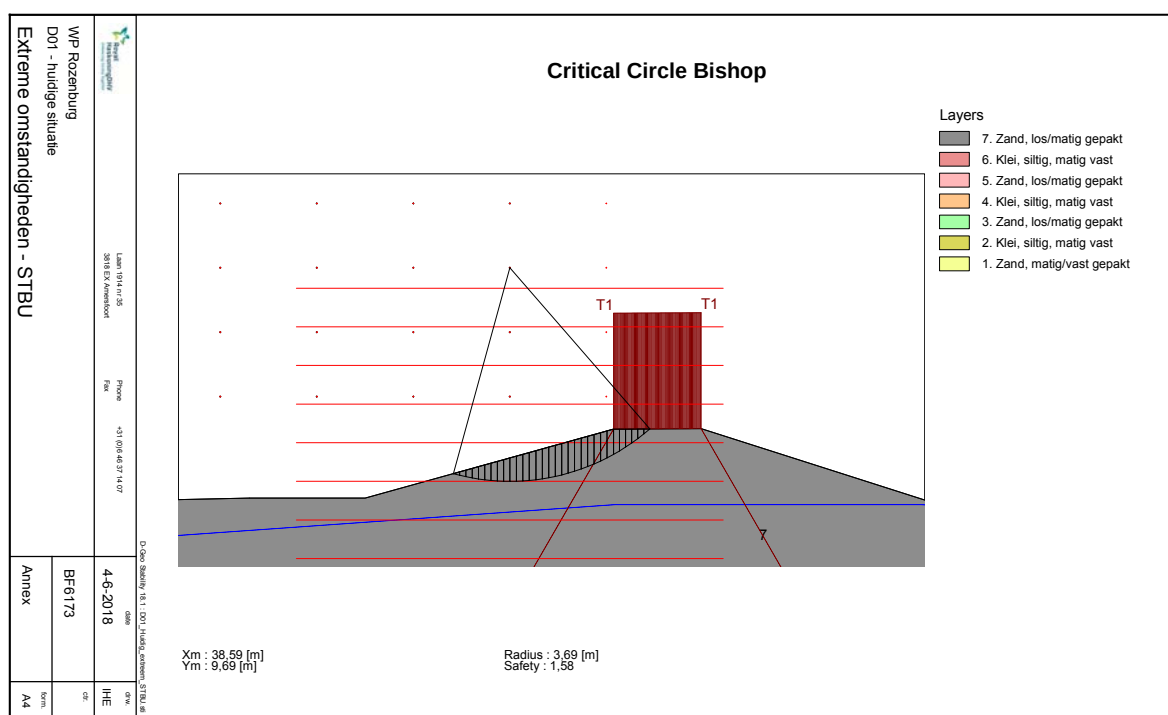
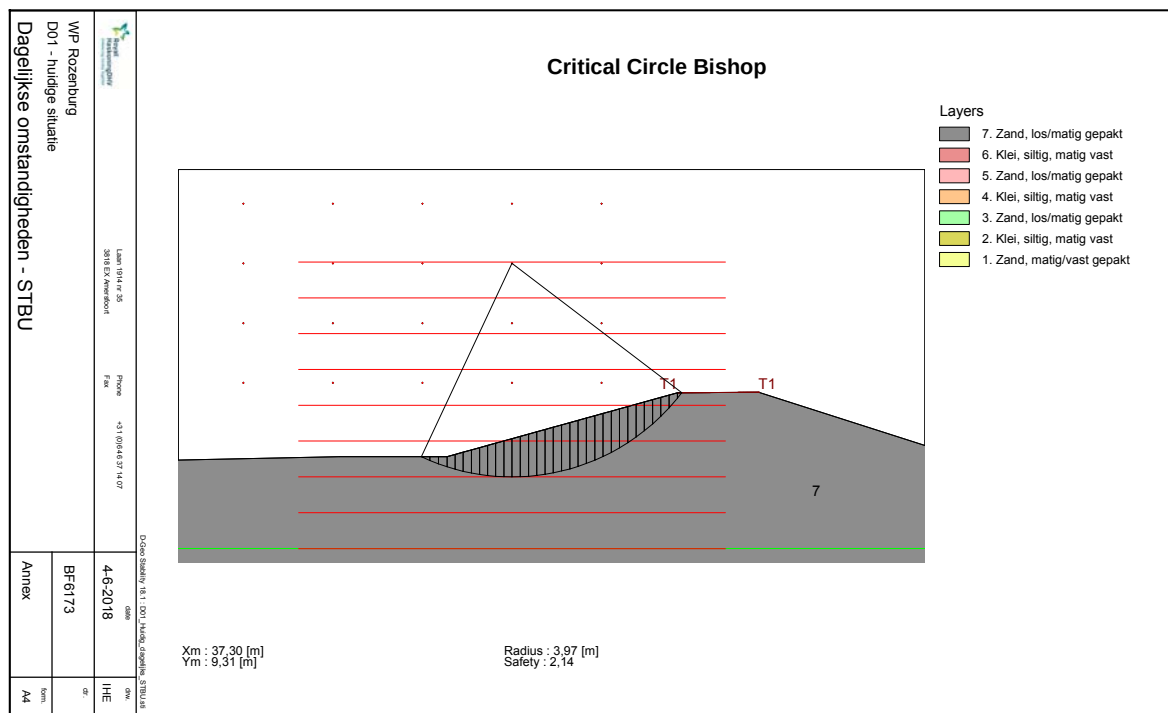


D02 gebruiksfase

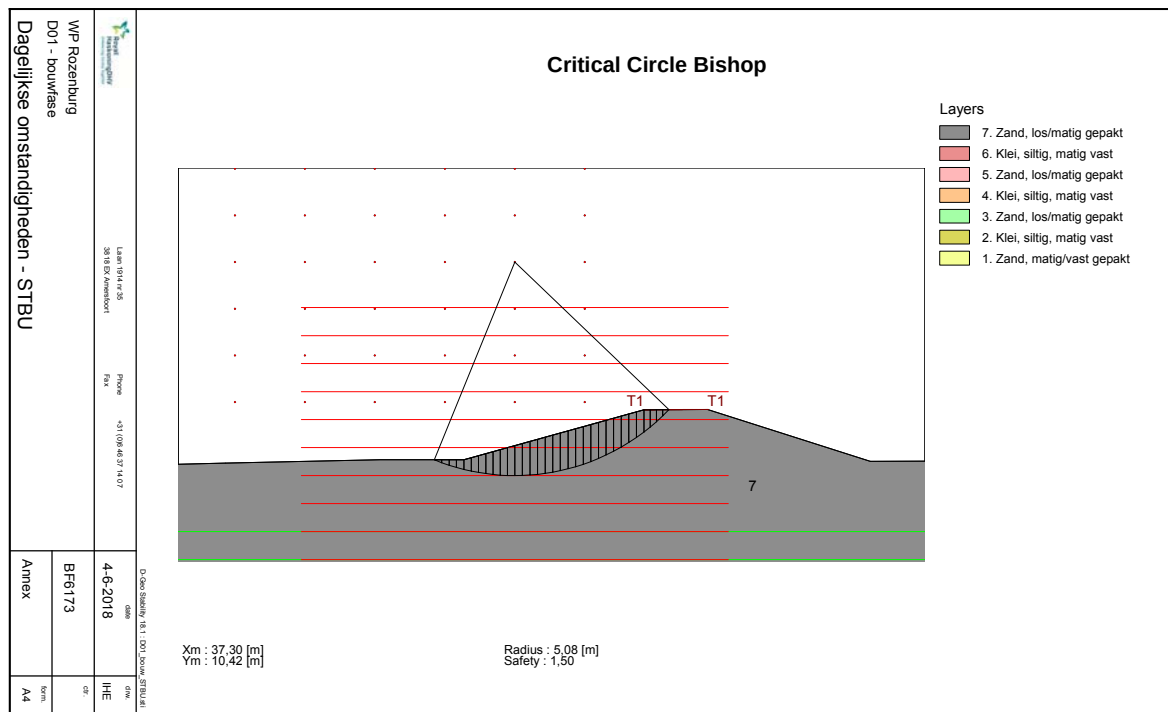


A12 Resultaten stabiliteitsberekeningen STBU

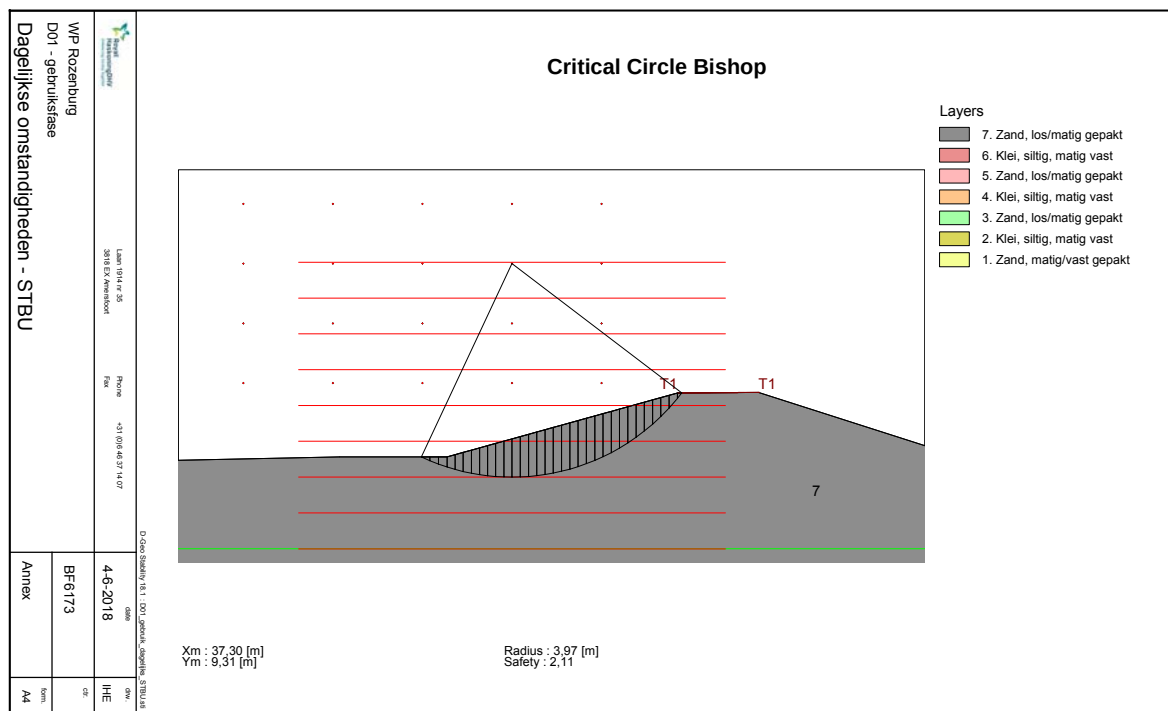
D01 Huidige situatie



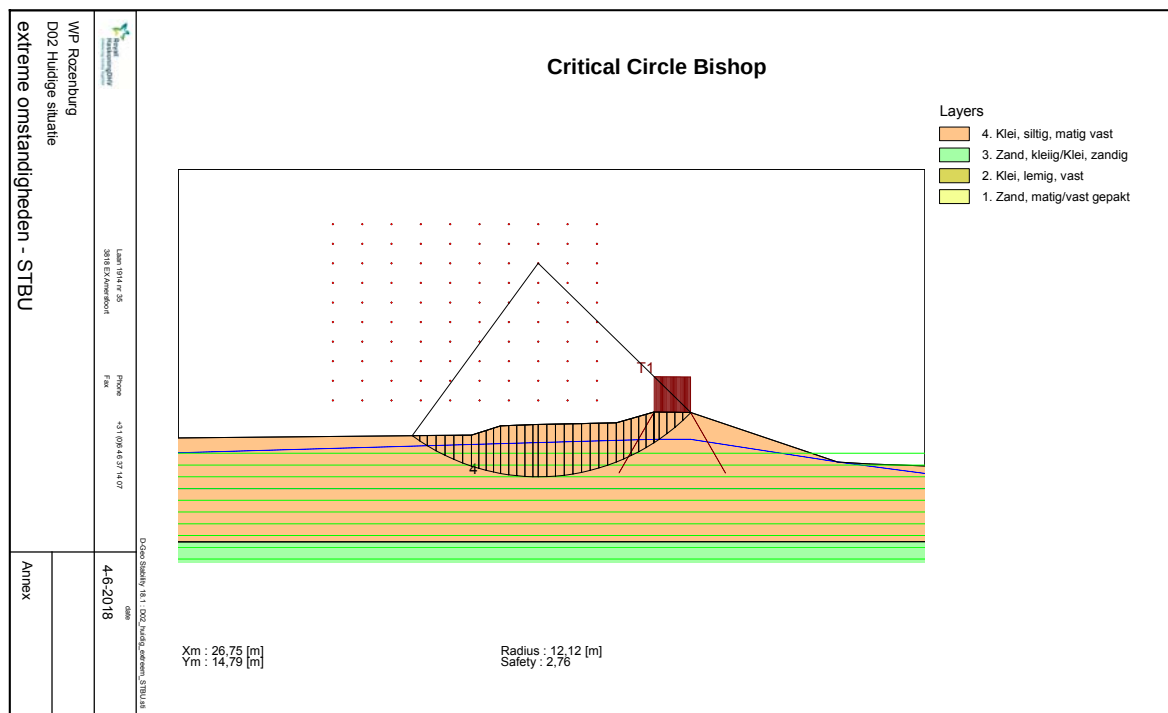
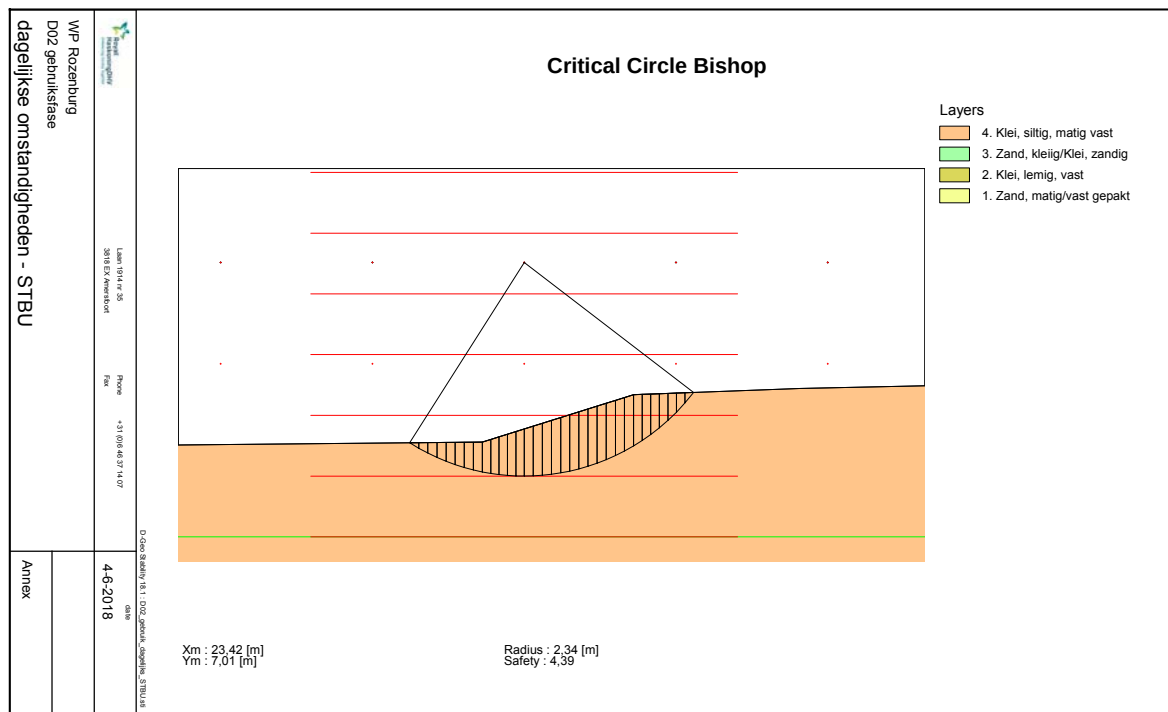
D01 bouwfase

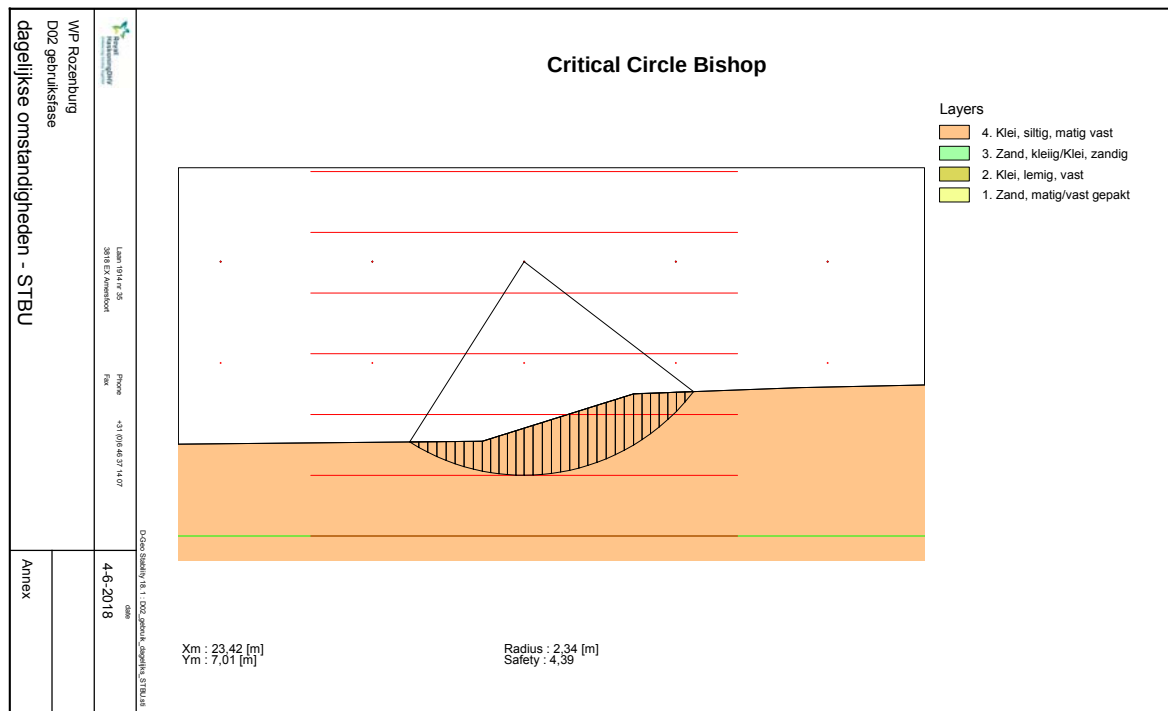
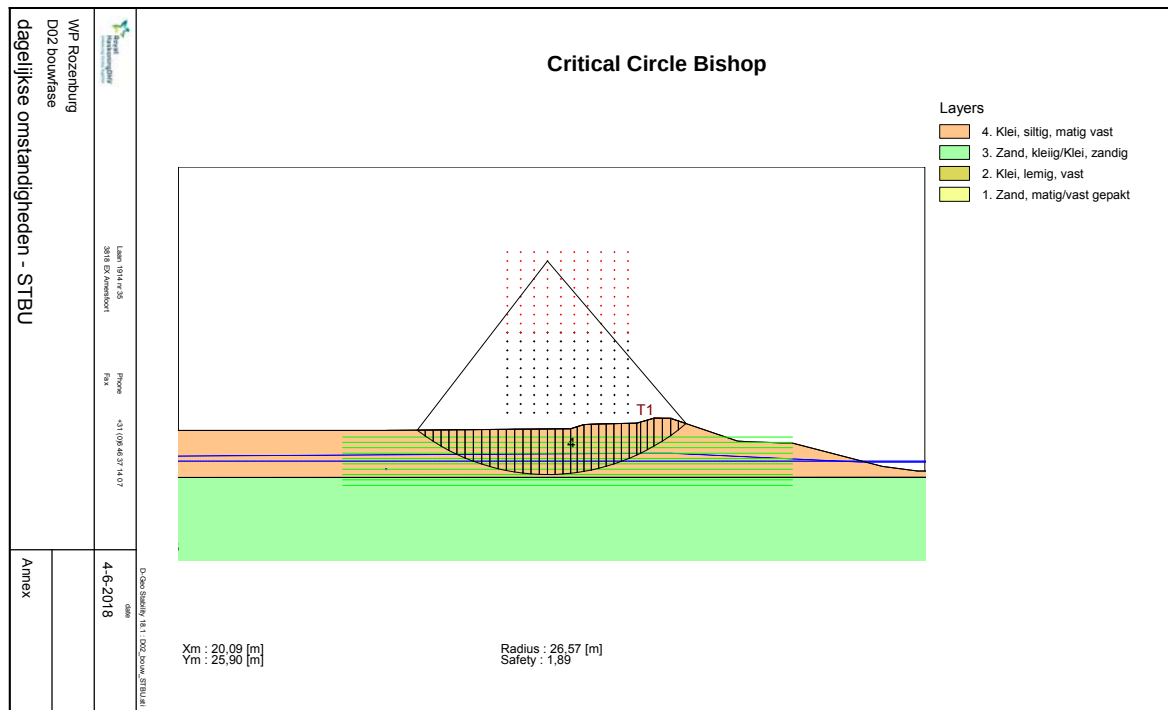


D01 gebruiksfase



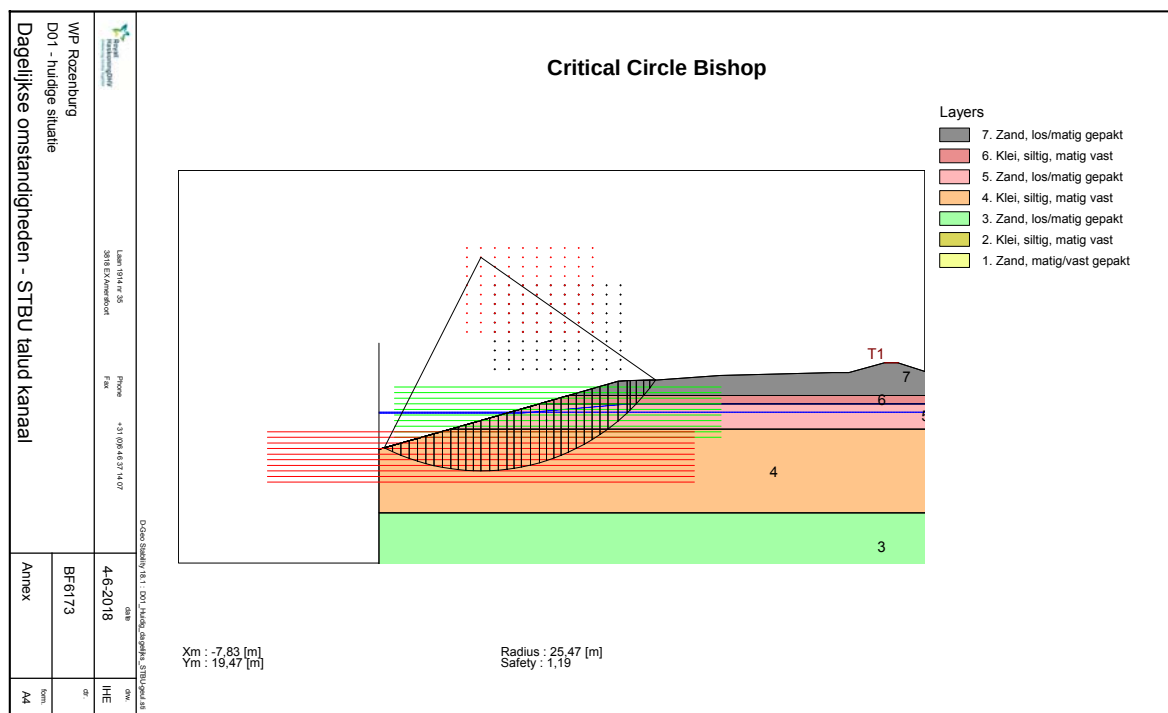
D02 huidige situatie



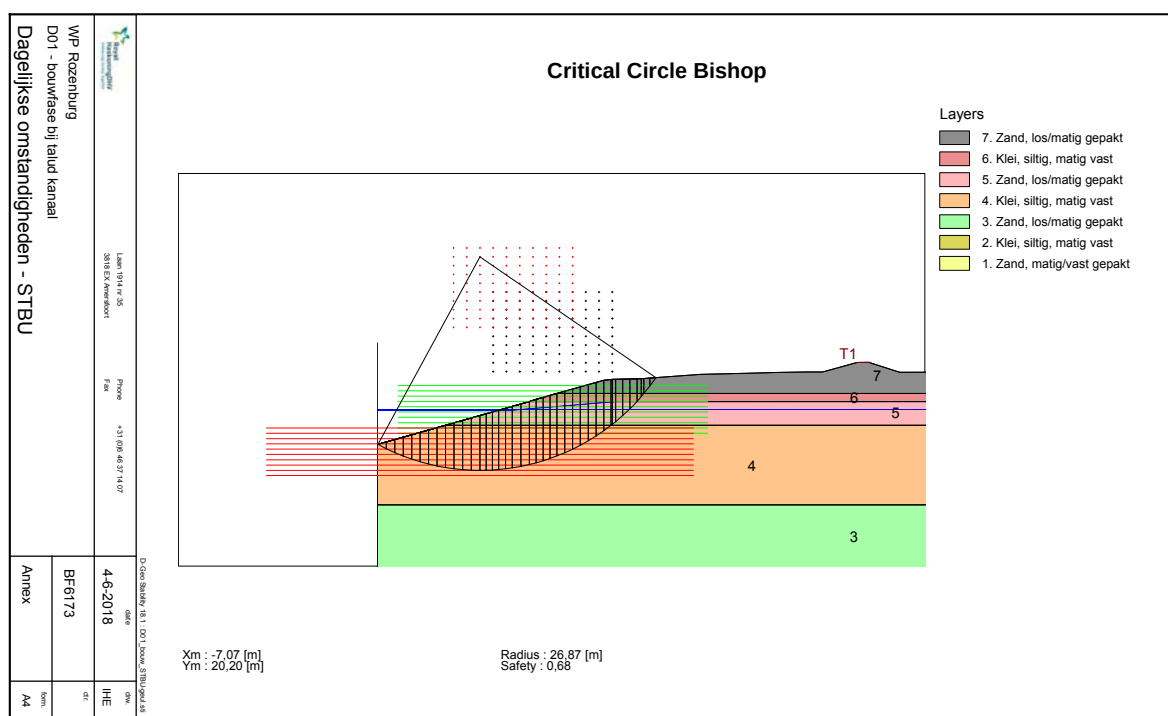


A13 Resultaten stabiliteitsberekeningen talud Calandkanaal

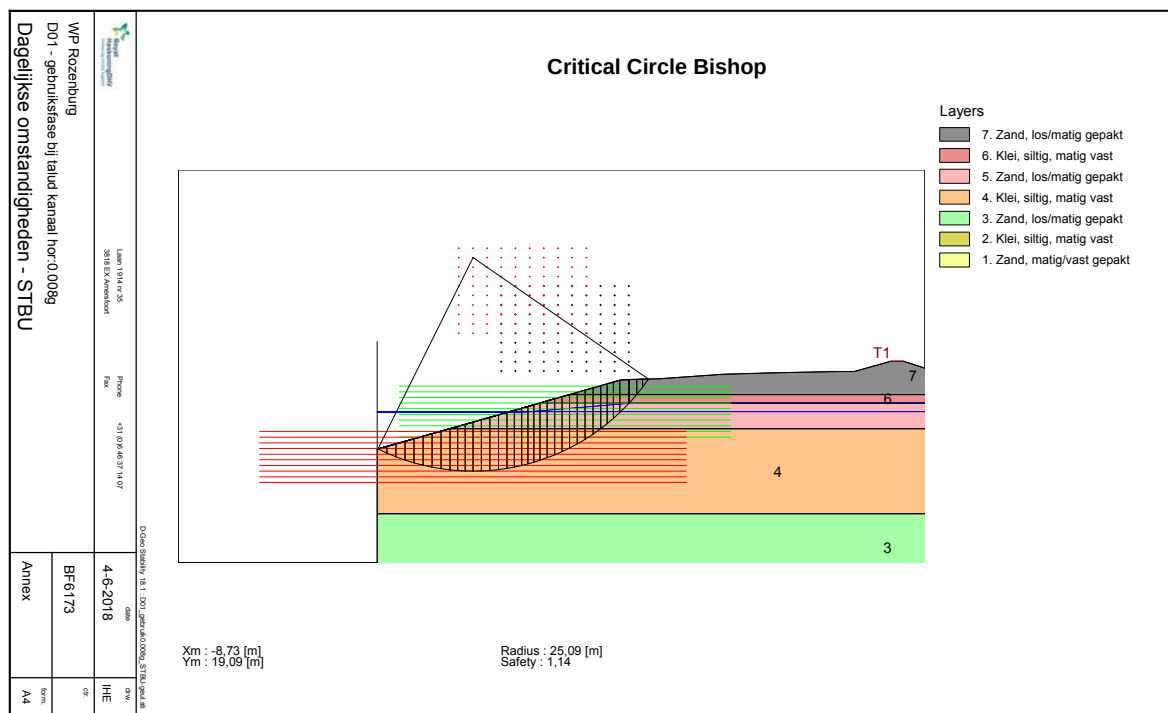
D01 Huidige situatie



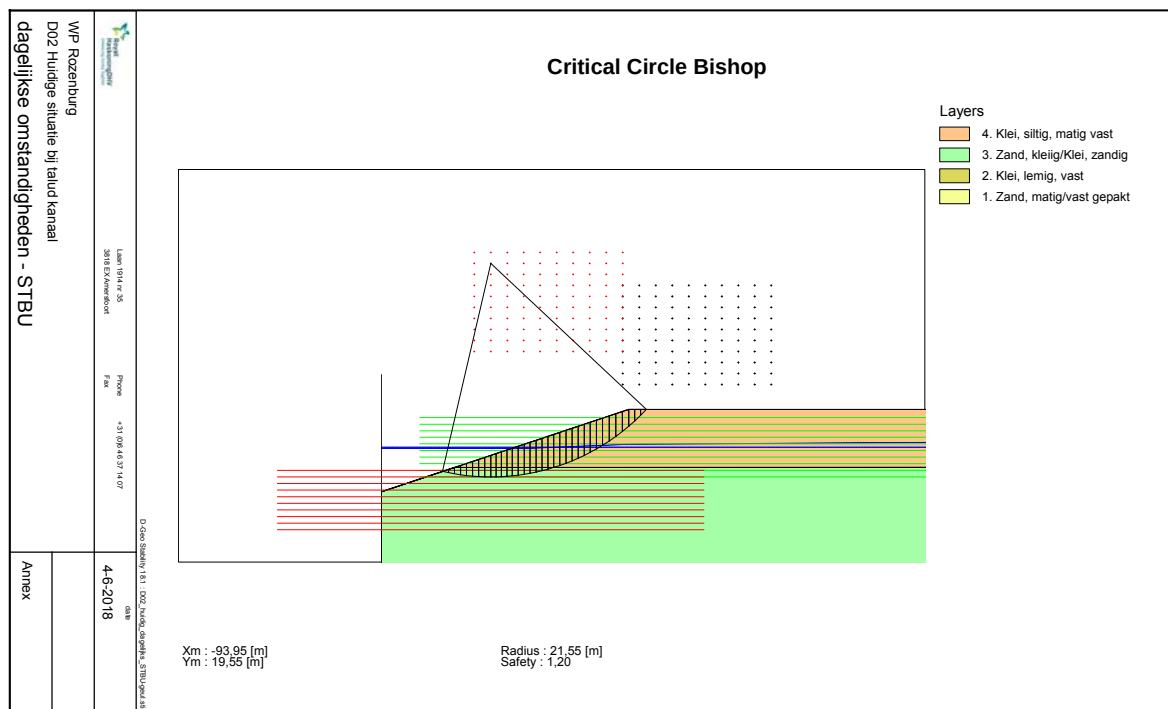
D01 bouwfase



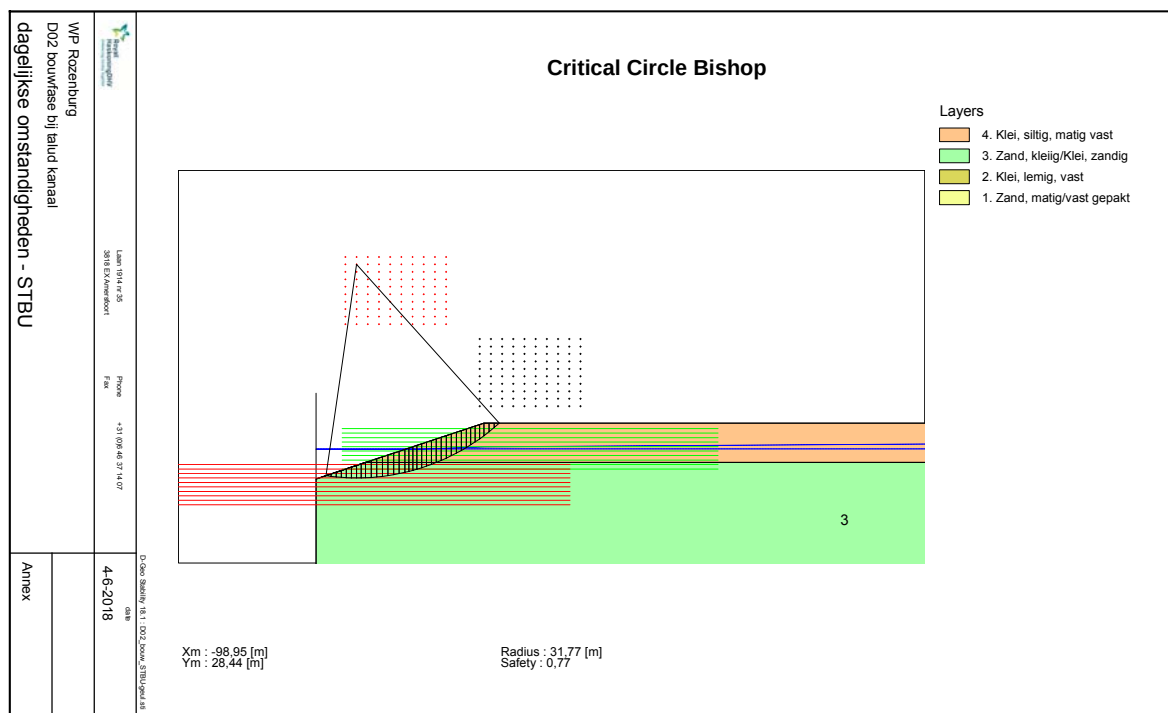
D01 gebruiksfase



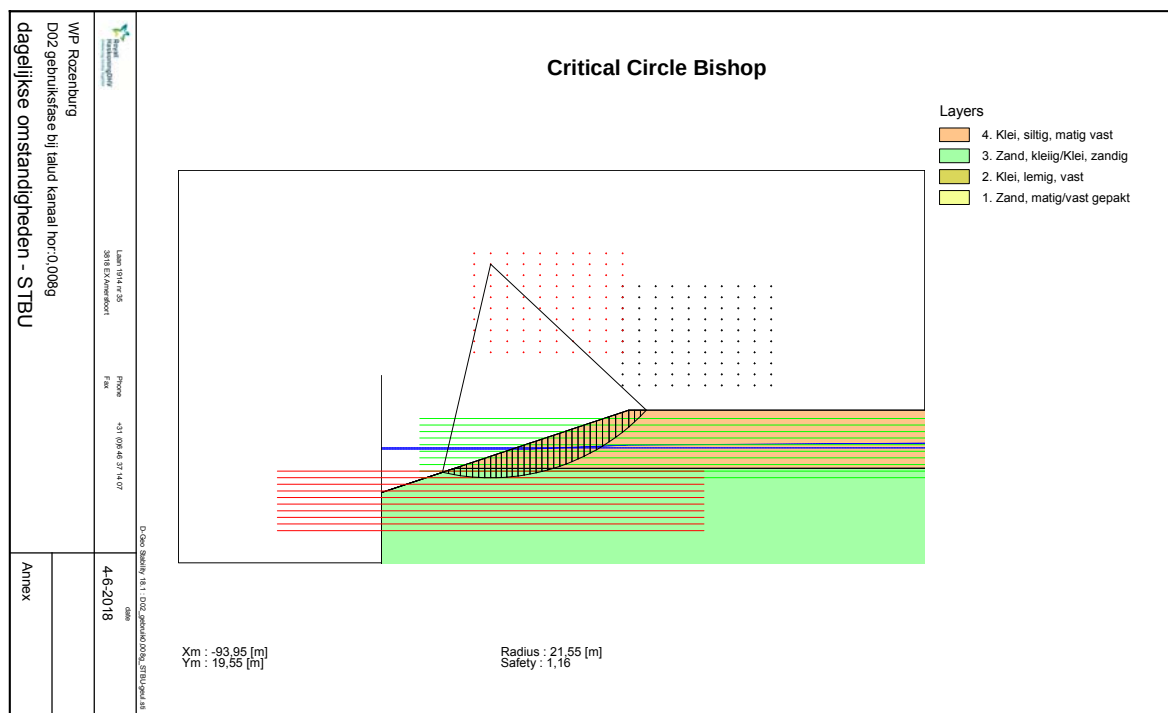
D02 huidige situatie



D02 bouwphase



D02 gebruiksfase



Natuurtoets Windpark Landtong Rozenburg

**Toetsing in het kader van de Wet
natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland**

Y.N. Radstake
H.A.M. Prinsen



Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl

Natuurtoets Windpark Landtong Rozenburg

Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland

Y.N. Radstake MSc, Drs. H.A.M. Prinsen

Status uitgave: concept

Rapportnummer:	18-225
Projectnummer:	17-0789
Datum uitgave:	18 oktober 2018
Projectleider:	drs H.A.M. Prinsen
Naam en adres opdrachtgever:	WNW Windplan B.V. It Dok 2, 8447 GL Heerenveen
Referentie opdrachtgever:	Email met opdracht d.d. 11 december 2017
Akkoord voor uitgave:	drs. C. Heunks

Paraaf:



Graag citeren als: Radstake, Y.N. & H.A.M. Prinsen, 2018. Natuurtoets Windpark Landtong Rozenburg. Toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland. Rapportnr. 18-225. Bureau Waardenburg, Culemborg.

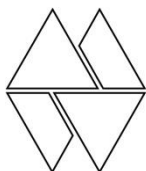
Trefwoorden: windpark, Rotterdam, meeuwen, Wet natuurbescherming, aanvaringsslachtoffers

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / WNW Windplan bv

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001: 2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

De Wolff Nederland Windenergie (WNW) is voornemens het bestaande Windpark Landtong Rozenburg van tien turbines op de landtong van Rozenburg (gemeente Rotterdam) te vervangen door circa 6 – 10 moderne nieuwe windturbines. Daarnaast worden ten oosten van dit windpark 2 – 3 extra windturbines voorzien. De bouw en het gebruik van dit windpark kan effecten hebben op beschermde soorten planten en dieren, beschermde natuurgebieden en Natuurnetwerk Nederland.

Bosch & van Rijn heeft Bureau Waardenburg opdracht verstrekt om de effecten op beschermde natuurwaarden in beeld te brengen en aan te geven op welke wijze negatieve effecten kunnen worden beperkt.

Dit rapport is te beschouwen als de oriëntatiefase van de habitattoets, zoals omschreven in de Wet natuurbescherming (artikelen 2.7 t/m 2.9) en vormt een “nee, tenzij-toets” ten aanzien van Natuurnetwerk Nederland.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Hein Prinsen	projectleiding, rapportage
Yvonne Radstake	rapportage
Camiel Heunks	collegiale toets

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hen uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteitshandboek van Bureau Waardenburg. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg is ISO gecertificeerd.

Vanuit Bosch & van Rijn werd de opdracht begeleid door de heer Martijn Disco en mevrouw Robin Hoenkamp. Wij danken hen voor de prettige samenwerking.

Disclaimer

De studie betreft een beoordeling van de huidige aanwezigheid van beschermde soorten planten en dieren. Deze beoordeling is gebaseerd op bronnenonderzoek, veldonderzoek en deskundigenoordeel. Veldonderzoek is altijd een momentopname. Bureau Waardenburg waarborgt dat het onderzoek is uitgevoerd door deskundige onderzoekers volgens de gangbare standaardmethoden. Het bureau is niet aansprakelijk voor waarnemingen van soorten door derden en waarnemingen die na afronding van de studie bekend worden gemaakt.

Inhoud

Voorwoord.....	3
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding en doel.....	7
1.2 Leeswijzer.....	7
2 Inrichting windpark en plangebied	9
2.1 Inrichting windpark	9
2.2 Plangebied en onderzoeksgebied.....	10
2.3 Huidige situatie	11
2.4 Autonome ontwikkelingen.....	11
3 Aanpak toets natuurwetgeving en -beleid	13
3.1 Natura 2000-gebieden.....	13
3.2 Soortenbescherming.....	14
3.3 Natuurnetwerk Nederland.....	14
4 Beschermde gebieden en afbakening onderzoek	17
4.1 Natura 2000-gebieden in de omgeving.....	17
4.2 Afbakening effectbepaling en -beoordeling Natura 2000-gebieden	18
4.3 Natuurnetwerk Nederland.....	26
5 Materiaal en methoden.....	29
5.1 Brongegevens	29
5.2 Methode van effecten bepalen (vogels).....	30
5.3 Methode van effecten bepalen (vleermuizen)	37
5.4 Effecten beoordelen: toelichting op het begrip significantie	39
5.5 Effectbepaling NNN	40
6 Vogels in en nabij het plangebied	41
6.1 Broedvogels	41
6.2 Niet-broedvogels	45
6.3 Seizoenstrek.....	53
7 Overige beschermde soorten in en nabij het plangebied	55
7.1 Flora.....	55
7.2 Amfibieën.....	55
7.3 Grondgebonden zoogdieren & zeezoogdieren	55
7.4 Ongewervelden, vissen, reptielen	55
7.5 Vleermuizen	56

8	Effecten op vogels.....	57
8.1	Effecten in de aanlegfase.....	57
8.2	Aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase.....	59
8.3	Verstoring in de gebruiksfase.....	63
8.4	Barrièrewerking in de gebruiksfase	64
9	Effectbeoordeling Natura 2000-gebieden.....	65
9.1	Beoordeling van effecten op habitattypen.....	65
9.2	Beoordeling van effecten op soorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn	65
9.3	Beoordeling van effecten op broedvogels.....	66
9.4	Beoordeling van effecten op niet-broedvogels.....	66
9.5	Cumulatieve effecten.....	67
9.6	Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebieden.....	67
10	Effectbeoordeling beschermde soorten.....	69
10.1	Vogels.....	69
10.2	Vleermuizen	71
10.3	Overige beschermde soorten.....	72
11	Effectbepaling en –beoordeling NNN.....	73
12	Conclusies en aanbevelingen.....	75
12.1	Natura 2000-gebieden (Wnb Hoofdstuk 2).....	75
12.2	Beschermde soorten (Wnb Hoofdstuk 3)	75
12.3	Natuurnetwerk Nederland	76
12.4	Mitigerende maatregelen.....	76
13	Voorkeursalternatief.....	79
13.1	Inrichting en eigenschappen	79
13.2	Gebiedsbescherming.....	80
13.3	Soortbescherming.....	80
14	Literatuur	83
Bijlage 1	Kader Wet natuurbescherming	87
Bijlage 2	Alternatieven	95
Bijlage 3	Windturbines en vogels	97
Bijlage 4	Windturbines en vleermuizen.....	105
Bijlage 5	Aerius berekening	110
Bijlage 6	Flux Collision Model.....	112
Bijlage 7	Effecten van luchtvaartverlichting.....	116

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

De Wolff Nederland Windenergie (WNW) is voornemens het bestaande Windpark Landtong Rozenburg van tien turbines op de landtong van Rozenburg (gemeente Rotterdam) te vervangen door circa 6 – 10 moderne nieuwe windturbines. Daarnaast worden ten oosten van dit windpark 2 – 3 extra windturbines voorzien. De bouw en het gebruik van dit windpark kan effecten hebben op beschermde natuurwaarden. In voorliggend rapport worden de effecten van de verschillende alternatieven beschreven. Hierbij is rekening gehouden met de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) en natuurbeleid en is onderzocht hoe de bouw en het gebruik van de geplande windturbines zich verhoudt tot:

- Natura 2000-gebieden (Hoofdstuk 2 van de Wnb);
- Beschermde soorten (Hoofdstuk 3 van de Wnb);
- het Natuurnetwerk Nederland (NNN; voormalig EHS).

Voor een nadere uitleg van het wettelijk kader, zie bijlage 1. In voorliggend rapport is geen aandacht besteed aan eventuele overtreding van verbodsbepalingen genoemd in Hoofdstuk 4 van de Wnb: 'Houtopstanden, hout en houtproducten' (voorheen de Boswet).

In dit rapport wordt verslag gedaan van bronnen- en/of veldonderzoek¹, bepaling van de effecten op beschermde natuurgebieden (Natura 2000-gebieden), beschermde soorten planten en dieren en op het NNN en mogelijkheden voor mitigatie van deze effecten.

Het doel is te bepalen of de ingreep kan leiden tot overtredingen van de wetten en regels die zien op bescherming van de natuur. Als dat het geval is, wordt bepaald onder welke voorwaarden ontheffing (Hoofdstuk 3 van de Wnb), vergunning (Hoofdstuk 2 van de Wnb) en/of toestemming (NNN) kan worden verkregen en of mitigatie of compensatie nodig is. In het kader van Hoofdstuk 2. Natura 2000-gebieden van de Wnb, is dit rapport te beschouwen als een oriëntatiefase (voortoets).

1.2 Leeswijzer

Hoofdstukken 2 t/m 5 bevatten een omschrijving van het project, het plangebied, de aanpak van de beoordeling van effecten van het windpark in het kader van de natuurwetgeving, de beschermde gebieden in (de omgeving van) het plangebied en van de toegepaste methoden en gebruikte bronnen. Vervolgens is in hoofdstukken 6 en 7 het gebiedsgebruik en de verspreiding van vogels, vleermuizen en overige beschermde soorten in en om het plangebied beschreven. In hoofdstuk 8 worden de effecten van de ingreep op vogels bepaald. De effecten worden in hoofdstukken 9, 10 en 11 beoordeeld

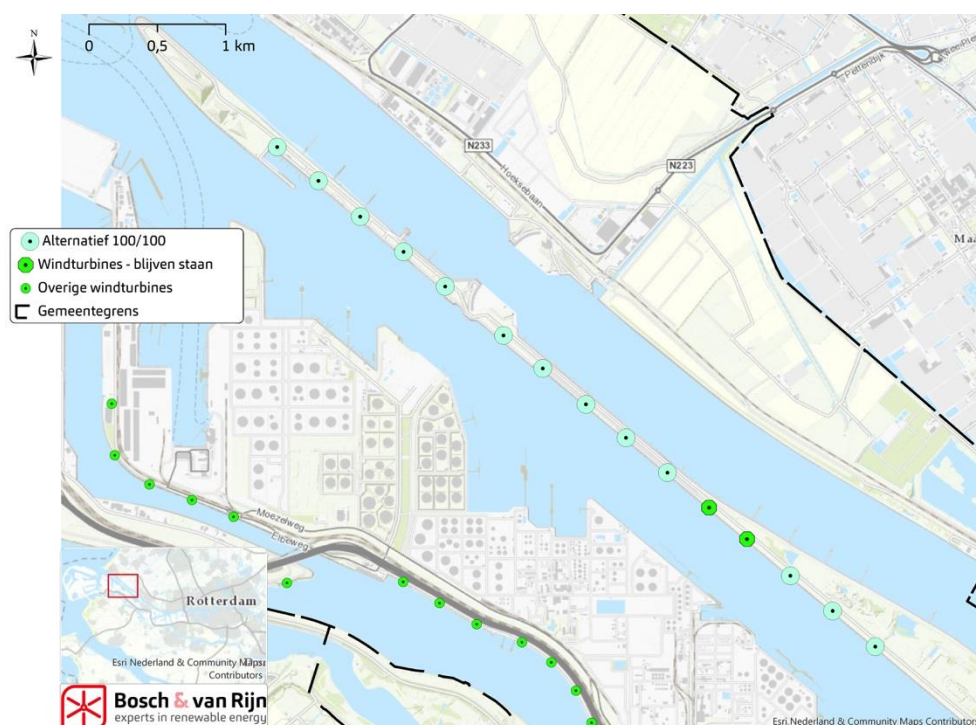
¹ Voor informatie over waarnemingen van soorten is de Nationale Database Flora en Fauna geraadpleegd dd. 29-01-2018

in het kader van relevante natuurwetgeving. De overkoepelende conclusies en eventuele aanbevelingen voor mitigerende maatregelen zijn beschreven in hoofdstuk 12. Hoofdstuk 13 bevat de effectbepaling en de effectbeoordeling van het Voorkeursalternatief.

2 Inrichting windpark en plangebied

2.1 Inrichting windpark

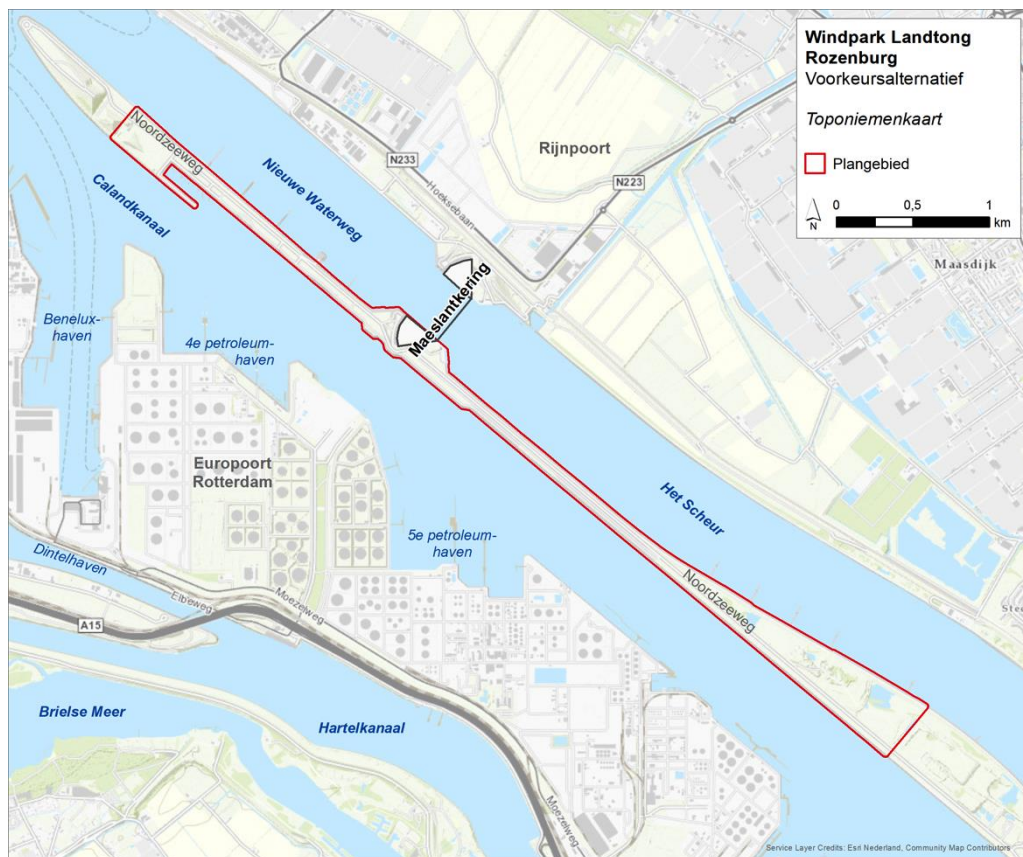
De ingreep omvat de vervanging van tien 'oude' windturbines uit 2007 door 6 - 10 moderne nieuwe windturbines. Ten oosten van de oude windturbines staan twee turbines uit 2015 die blijven staan, en ten oosten van deze twee bestaande turbines worden nog 2 - 3 extra windturbines voorzien (zie figuur 2.1 voor één van de onderzochte alternatieven en figuur 2.3 voor de posities van de huidige turbines die worden gesaneerd). Het geheel vormt Windpark Landtong Rozenburg. Er worden in dit rapport drie inrichtingsalternatieven onderzocht (zie bijlage 2 & tabel 2.1; zie figuur 2.2 voor plangebied). Waar in dit rapport gesproken wordt over Windpark Landtong Rozenburg worden telkens de drie alternatieven bedoeld zoals beschreven in tabel 2.1.



Figuur 2.1 Turbineposities van alternatief 100/100 met tevens de locatie van twee bestaande windturbines die blijven staan. De overige turbines vormen geen onderdeel van het plan. Zie figuur 2.2 voor begrenzing plangebied.

Tabel 2.1 De verschillende inrichtingsalternatieven van Windpark Landtong Rozenburg (hierbij zijn de twee windturbines die blijven staan niet vermeld).

Alternatieven	Aantal turbines	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Tiphoogte (m)
100/100	13	100	100	150
120/120	12	120	120	170
140/140	8	140	140	210



Figuur 2.2 Toponiemenkaart met de toponiemen zoals gebruikt in voorliggend rapport. Rood geeft het plangebied aan.

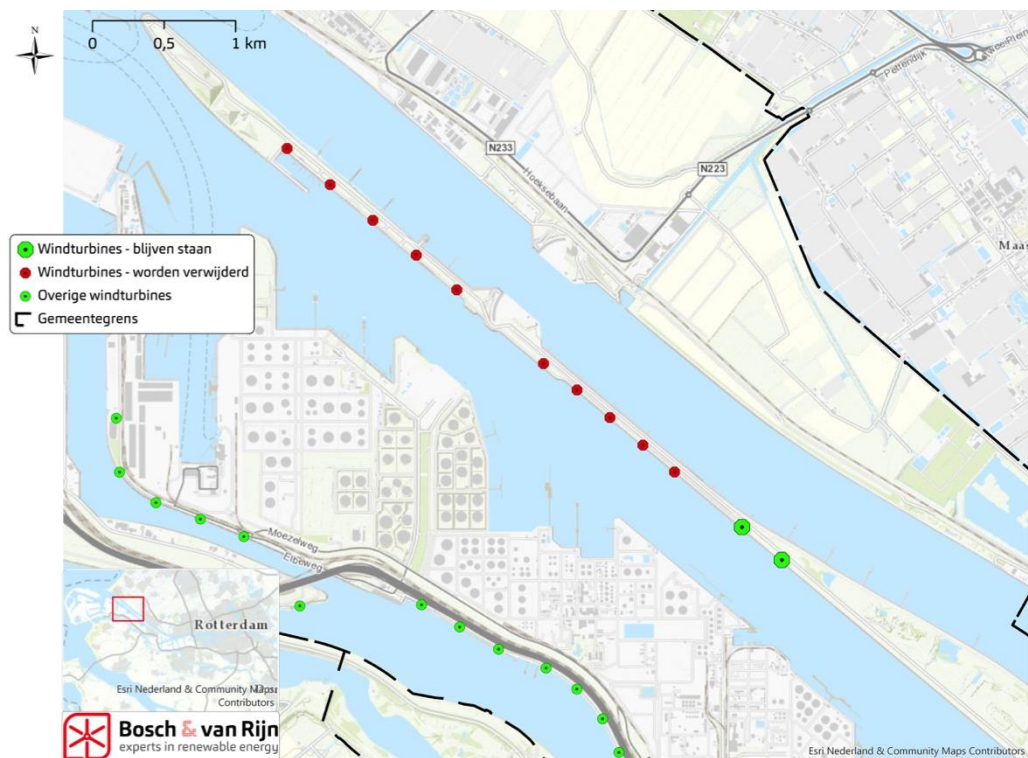
2.2 Plangebied en onderzoeksgebied

Het plangebied wordt gevormd door de Landtong Rozenburg, welke oost van Rozenburg ligt, midden in het Rotterdamse havengebied, met ten noorden de Nieuwe Waterweg, Maeslantkering & het Scheur en ten zuiden het Callandkanaal (zie figuur 2.2). Het plangebied van de 'oude' windturbines, aan de westkant van de twee windturbines die blijven bestaan, bestaat uit gras met aan de noordzijde een weg en een bomenrij. Het plangebied van de twee tot drie nieuw te bouwen windturbines, in het oostelijk deel van het plangebied, bestaat bij alternatief 100/100 en 140/140, ten zuiden van de weg ook uit gras. Echter, bij alternatief 120/120 worden de geplande windturbines ten noorden van de weg geplaatst, in een begrazingsweide van FREE Nature, waar momenteel Schotse hooglanders en Konikpaarden lopen en waar naast grasvegetaties ook struvelen aanwezig zijn.

Het onderzoeksgebied is voor het onderdeel ecologie in een aantal gevallen ruimer genomen dan het plangebied. Dit verschilt per effecttype of per diersoort. Voor mobiele soorten (o.a. vogels, voor sommige waarvan de actieradius tot meer dan 40 kilometer reikt, zoals de lepelaar) beslaat het onderzoeksgebied een groot deel van de Rotterdamse haven en aangrenzende landdelen.

2.3 Huidige situatie

Het project bestaat, zoals eerder genoemd, uit het vervangen van tien oude windturbines inclusief een uitbreiding van het windpark naar het oosten toe met enkele windturbines. In de huidige situatie staan op de Landtong Rozenburg 12 windturbines, waarvan de tien westelijke turbines, gebouwd in 2007 met ashoogte 78 m en rotordiameter 64 m worden gesaneerd om plaats te maken voor nieuwe windturbines. Daarnaast zijn er nog twee windturbines aan de oostkant, gebouwd in 2015 en met ashoogte 80 m en rotordiameter 90 m, welke blijven staan (zie figuur 2.3). Uitgangspunt in voorliggende toets is dat de tien westelijke bestaande turbines, die worden gesaneerd, verwijderd zijn voordat de nieuwe windturbines in gebruik worden genomen, er is dus geen sprake van een dubbeldraaiperiode.



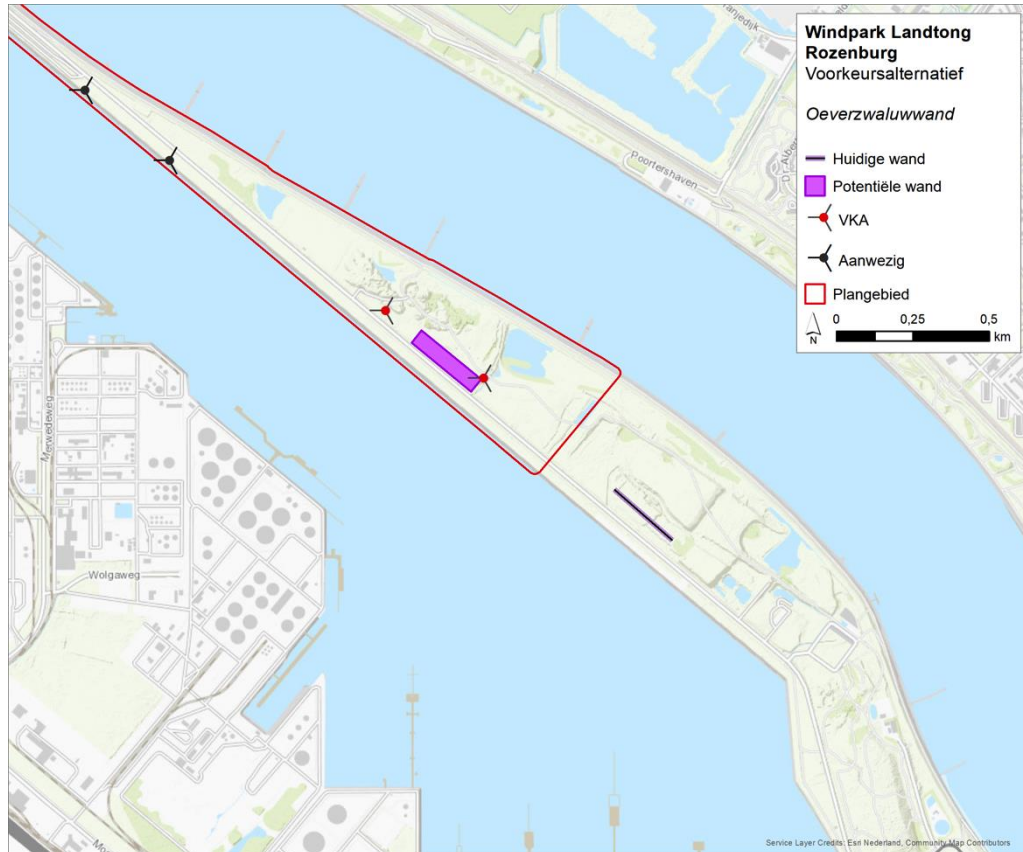
Figuur 2.3 De huidige situatie van Windpark Landtong Rozenburg. In rood de windturbines die verwijderd worden, in groen de twee turbines die blijven bestaan. De kleine groen gemarkeerde overige turbines maken geen onderdeel uit van het bestaande of toekomstige Windpark Landtong Rozenburg.

2.4 Autonome ontwikkelingen

Oeverwaluw

In de huidige situatie bestaat een steilwand, die gebruikt wordt door oeverwaluwen, ten oosten van de meest oostelijk geplande windturbine. Deze oeverwaluwwand zal worden verplaatst, omdat de huidige plek van de wand is gereserveerd voor de aanleg van een zogeheten Harbor Technology Center (Bakker & Baerdemaeker 2014). De nieuwe oeverwaluwwand zal verder naar het westen worden aangelegd. De beoogde

locatie ligt, voor alle alternatieven, direct naast de meest oostelijk geplande windturbine (figuur 2.4).



Figuur 2.4 De huidige en toekomstige locatie van de steilwand voor oeverwaluwen.

3 Aanpak toets natuurwetgeving en -beleid

3.1 Natura 2000-gebieden

Gebiedsbescherming is in de Wnb beschreven in 'Hoofdstuk 2. Natura 2000-gebieden'. Voor een samenvatting van dit hoofdstuk uit de Wnb wordt verwezen naar bijlage 1 (Wettelijk kader).

Het plangebied ligt in de omgeving van Natura 2000-gebieden Solleveld & Kapittelduinen, Voornes Duin, Voordelta, Oude Maas, Haringvliet en Duinen Goeree & Kwade Hoek (figuur 4.1). Als de bouw of het gebruik van het windpark negatieve effecten heeft op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen (kortweg: IHDs) van bovengenoemde Natura 2000-gebieden, is een vergunning op grond van de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) vereist. Ook kunnen maatregelen om negatieve effecten te voorkomen, te verminderen of te compenseren nodig zijn.

In voorliggend rapport zijn de resultaten van een oriëntatiefase van de habitattoets beschreven, dat wil zeggen een verkennend onderzoek naar de effecten op het behalen van de IHDs van Natura 2000-gebieden. De centrale vraag van deze toetsing is: bestaat er een reële kans op significant negatieve effecten op het behalen van de IHDs van beschermde natuurgebieden of kan het optreden van significant negatieve effecten met zekerheid worden uitgesloten?

Meer in detail geeft deze rapportage antwoord op de volgende vragen:

- Welke beschermde natuurgebieden liggen binnen de invloedssfeer van het windpark? Wat zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor deze natuurgebieden?
- Wat is de ligging van het plangebied ten opzichte van de habitattypen, de leefgebieden van soorten of andere natuurwaarden waarvoor de betreffende natuurgebieden zijn aangewezen? Welke functies heeft het plangebied en zijn invloedssfeer voor deze beschermde natuurwaarden?
- Welke effecten op beschermde natuurgebieden heeft de bouw en het gebruik van het geplande windpark?
- Wat zijn de effecten van het windpark als deze worden beschouwd in samenhang met andere activiteiten en plannen, met andere woorden, wat zijn de cumulatieve effecten?
- Kunnen significante effecten (inclusief cumulatieve effecten) met zekerheid worden uitgesloten?

De effecten van de ingreep worden getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen die voor gebieden Solleveld & Kapittelduinen, Voornes Duin, Voordelta, Oude Maas, Haringvliet en Duinen Goeree & Kwade Hoek (zullen) gelden. Deze zijn ontleend aan de definitieve aanwijzingsbesluiten.

3.2 Soortenbescherming

De bescherming van soorten is in de Wnb beschreven in 'Hoofdstuk 3. soorten'. Voor een samenvatting van dit hoofdstuk uit de Wnb wordt verwezen naar bijlage 1 (Wettelijk kader).

Bij de realisatie van Windpark Landtong Rozenburg moet rekening worden gehouden met het huidige voorkomen van beschermde soorten planten en dieren in het plan-gebied. Als de voorgenomen ingreep leidt tot het overtreden van verbodsbepalingen betreffende beschermde soorten, zal moeten worden nagegaan of een vrijstelling geldt of dat een ontheffing moet worden verkregen.

De effecten van de bouw en het gebruik van het windpark op beschermde soorten planten en dieren zijn in beeld gebracht en getoetst aan de verbodsbepalingen uit de Wnb. Daarbij is ingegaan op de volgende vragen:

- Welke beschermde soorten planten en dieren komen mogelijk of zeker voor in de invloedssfeer van het windpark?
- Welke effecten op beschermde soorten heeft de realisatie van het windpark?
- Kunnen deze effecten een wezenlijke negatieve invloed op de betrokken soorten hebben?
- Welke verbodsbepalingen worden overtreden en is hiervoor een ontheffing nodig?
- Is er mogelijk sprake van een effect op de Staat van Instandhouding (Svl) van de betrokken soorten?
- Welke maatregelen voor mitigatie en compensatie van schade aan beschermde soorten zijn noodzakelijk?

De Wnb onderscheidt bij de bescherming van soorten drie beschermingsregimes:

- *Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn* (Wnb § 3.1),
- *Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn* (Wnb § 3.2) en
- *Beschermingsregime andere soorten* (Wnb § 3.3).

Met het in werking treden van de Wnb (d.d. 1 januari 2017) is het beschermingsregime voor een aantal soorten veranderd dan wel vervallen. Ook zijn een aantal soorten beschermd die dat voorheen niet waren. Voor soorten vallend onder '*Beschermingsregime andere soorten*' kan de provincie een vrijstelling verlenen voor handelingen in het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden (Wnb Art. 3.10 lid 2a).

3.3 Natuurnetwerk Nederland

Het Natuurnetwerk Nederland is een Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. In het Natuurnetwerk Nederland liggen:

- Bestaande natuurgebieden, waaronder de 20 nationale parken;
- Gebieden waar nieuwe natuur wordt aangelegd;
- Landbouwgebieden, beheerd volgens agrarisch natuurbeheer;

- Ruim 6 miljoen hectare grote wateren: meren, rivieren, de kustzone van de Noordzee en de Waddenzee;²
- Alle Natura 2000-gebieden.

Voor gebieden die zijn begrepsd binnen het Natuurnetwerk Nederland, ecologische verbindingzones en gebieden met agrarisch natuurbeheer, geldt een planologisch beschermingsregime. Ingrepen in deze gebieden zijn alleen toegestaan als ze geen negatieve effecten hebben op deze gebieden, of als negatieve effecten kunnen worden tegengegaan door het nemen van mitigerende maatregelen. Heeft een ingreep wel een significant negatief effect op de wezenlijke kenmerken en waarden van een gebied dat behoort tot het Natuurnetwerk Nederland, dan geldt het 'nee, tenzij-regime'. Een project kan dan alleen doorgaan als er geen reële alternatieven zijn en als sprake is van een groot openbaar belang. Als een ingreep wordt toegestaan moet de schade zoveel mogelijk worden beperkt door mitigerende maatregelen en moet de resterende schade door de initiatiefnemer worden gecompenseerd. Dit beschermingsregime is verankerd in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR)/Besluit Algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en in Verordening Ruimte 2014 (geconsolideerde versie december 2017).

Voor Windpark Landtong Rozenburg is een toets uitgevoerd die antwoord geeft op de volgende vragen:

- Welke windturbines zijn in of nabij het Natuurnetwerk Nederland gepland?
- Wat zijn de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN ter plaatse?
- Is er sprake van een significante aantasting van die wezenlijke kenmerken en waarden (waar nodig rekening houdend met externe werking)?
- Wat zijn de mogelijkheden om een eventuele aantasting te beperken?
- Is er een noodzaak voor de compensatie van een eventuele aantasting van het Natuurnetwerk Nederland?

² <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/inhoud/natuurnetwerk-nederland>; geraadpleegd d.d. januari 2017.

4 Beschermde gebieden en afbakening onderzoek

4.1 Natura 2000-gebieden in de omgeving

Het plangebied van Windpark Landtong Rozenburg ligt niet in een Natura 2000-gebied. Wel liggen er verschillende Natura 2000-gebieden in de ruime omgeving van het plangebied³. Het windpark ligt < 1 km van het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen en ligt op circa 4 - 15 km afstand van Natura 2000-gebieden Voornes Duin, Voordelta, Oude Maas, Haringvliet en Duinen Goeree & Kwade Hoek (figuur 4.1). Andere Natura 2000-gebieden, zoals Grevelingen, liggen op nog (veel) grotere afstanden en zijn buiten beschouwing gelaten omdat op voorhand effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden met zekerheid kan worden uitgesloten.



Figuur 4.1 Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied.

Hieronder wordt kort toegelicht of en welke relatie bestaat tussen het plangebied van Windpark Landtong Rozenburg en (kwalificerende soorten uit) voornoemde zes Natura

³ Voor een eerste afbakening van de mogelijke invloedssfeer van het project op Natura 2000-gebieden, is rekening gehouden met de actieradius van de soorten met instandhoudingsdoelstellingen in de omliggende Natura 2000-gebieden (van der Vliet *et al.* 2011, zie hoofdstuk voor gehanteerde afstanden). In dit hoofdstuk wordt vervolgens nader bepaald welke Natura 2000-gebieden en soorten met instandhoudingsdoelstellingen relevant zijn.

2000-gebieden. Aangegeven wordt welke instandhoudingsdoelstellingen een effect (verslechtering of verstoring) kunnen ondervinden van het geplande windpark⁴. Het hoofdstuk sluit af met een tabel waarin per instandhoudingsdoelstelling is aangegeven of er een relatie bestaat met het plangebied en of sprake is van een mogelijk effect van het windpark op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling. Als dat laatste niet op voorhand kan worden uitgesloten, worden in voorliggend rapport de effecten van Windpark Landtong Rozenburg nader bepaald en beoordeeld.

4.2 Afbakening effectbepaling en -beoordeling Natura 2000-gebieden

In deze paragraaf wordt voor de soorten, waarvoor de Natura 2000-gebieden Solleveld & Kapittelduinen (op 0,9 km van het plangebied), Voornes Duin (4,8 km), Voordelta (5,9 km), Oude Maas (9,9 km), Haringvliet (13 km) en/of Duinen Goeree & Kwade Hoek (15 km) zijn aangewezen, beschreven of er (mogelijk) sprake is van een relatie met het plangebied. Wanneer dat het geval is wordt dat voor de desbetreffende soorten in hoofdstukken 6, 7 en/of 8 in meer detail beschreven. Voor de habitattypen waarvoor voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, is beschreven of deze (mogelijk) binnen de invloedssfeer van het windpark liggen. Wanneer geen sprake is van een relatie met het plangebied, of de habitattypen buiten de invloedssfeer van het windpark liggen, zijn effecten van de bouw en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg op voorhand uitgesloten, en worden de desbetreffende habitattypen in dit rapport verder niet meer in detail behandeld.

4.2.1 Habitattypen

Alle voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor beschermde habitattypen (zie tabel 4.1). Omdat de windturbines buiten de begrenzing van de Natura 2000-gebieden gebouwd zullen worden, is met zekerheid geen sprake van verlies van areaal van de beschermde habitattypen door ruimtebeslag.

Daarnaast is er geen sprake van relevante emissie van schadelijke stoffen naar lucht, water en/of bodem of van veranderingen in grond- of oppervlaktewateren. Weliswaar wordt in de aanlegfase gebruik gemaakt van vracht- en kraanwagens die stikstof kunnen uitstoten, maar vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en de afstand tot Natura 2000-gebieden, is dergelijke emissie naar verwachting verwaarloosbaar. Dit is ten behoeve van het MER door Bosch & van Rijn nader onderbouwd met behulp van het rekenmodel Aerius. Effecten op beschermde habitattypen als gevolg van externe werking zijn niet aan de orde (tabel 4.1). Verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats in voornoemde Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

⁴ In de oorspronkelijke aanwijzingsbesluiten zijn voor sommige gebieden complementaire doelen opgenomen: dit zijn Vogelrichtlijndoelen die zijn opgenomen in een Habitatrictlijngebied en andersom. Middels een wijzigingsbesluit van het Ministerie van EZ, gepubliceerd op 13 maart 2013 (Staatscourant 2013, nr. 6334), zijn deze complementaire doelen komen te vervallen.

4.2.2 Soorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn

Alle voornoemde zes Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor Habitatrichtlijnsoorten van bijlage II (zie tabel 4.1). Het plangebied ligt buiten de begrenzing van Natura 2000-gebieden.

Negatieve effecten van de bouw en het gebruik van de windturbines op de populaties van de **nauwe korfslak**, **zeeprik**, **rivierprik**, **elft**, **zalm**, **bittervoorn**, **rivierdonderpad**, **bever**, **noordse woelmuis** en **groenknolorchis**, waarvoor één of meerdere van de voornoemde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, kunnen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten. Voornoemde soorten zijn sterk gebonden aan de Natura 2000-gebieden waarvoor ze kwalificeren en komen niet of nauwelijks buiten deze gebieden. Voor deze soorten is met zekerheid geen sprake van verstoring (inclusief sterfte) of verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats van deze soorten in genoemde Natura 2000-gebieden als gevolg van de bouw en het gebruik van het windpark (tabel 4.1).

Het Natura 2000-gebied Voordelta is ook nog aangewezen voor de soorten **fint**, **grijze zeehond** en **gewone zeehond**. Voor deze soorten geldt dat ze wel nabij het plangebied voor kunnen komen. Echter, vanwege de grote afstand (> 5,5 km) tussen geschikt habitat in het Natura 2000-gebied en het plangebied, behoren de waargenomen finten nabij het plangebied niet tot de populaties van het Natura 2000-gebied. Zowel de grijze als de gewone zeehond kunnen grote afstanden afleggen tussen rust- en foerageergebieden (tientallen tot zelfs honderden kilometers). Beide soorten worden met enige regelmaat waargenomen bij de monding van de Nieuwe Waterweg nabij Hoek van Holland (data NDFF). Waarnemingen nabij het plangebied zijn echter schaars, met slechts een incidentele waarneming van een enkel individu in de afgelopen jaren (data NDFF). Het water rondom het plangebied biedt geen goed foerageergebied of rustplaatsen voor beide zeehondensoorten. Voor beide zeehondsoorten en de fint is met zekerheid geen sprake van verstoring (inclusief sterfte) of verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats van deze soorten in genoemde Natura 2000-gebieden als gevolg van de bouw en het gebruik van het windpark (tabel 4.1).

4.2.3 Broedvogels

De Natura 2000-gebieden Voornes Duin, Haringvliet en Duinen Goeree & Kwade Hoek zijn aangewezen voor een aantal broedvogelsoorten (tabel 4.1).

Broedvogelsoorten Voornes Duin (op ca. 5 km)

Het Natura 2000-gebied Voornes Duin is aangewezen voor vier broedvogelsoorten: **geoorde fuut**, **aalscholver**, **kleine zilverreiger** en **lepelaar**.

De geoorde fuut is in het broedseizoen gebonden aan de wateren binnen het Natura 2000-gebied Voornes Duin (actieradius 0 km). De geoorde futen die in het Voornes Duin broeden hebben geen relatie met het plangebied en de soort wordt verder buiten

beschouwing gelaten (tabel 4.1). De actieradius van de kleine zilverreiger in het broedseizoen is ca. 10 km. Voor de kleine zilverreiger biedt het plangebied van Windpark Landtong Rozenburg geen geschikt foerageergebied vanwege de afwezigheid van geschikt foerageerbiotoop. Gezien de afstand van het plangebied tot het Voornes Duin (ca. 5 km), en het ontbreken van belangrijke foerageergebieden voor de kleine zilverreiger ten noorden van het plangebied, ligt er geen belangrijke vliegroute van de kleine zilverreigers uit het Voornes Duin over het plangebied. Deze soort wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Voor de aalscholver uit het Voornes Duin functioneren de gebieden Voordelta en Haringvliet weliswaar als belangrijkste foerageergebieden (Boudewijn *et al.* 2012), maar het plangebied ligt binnen de actieradius van aalscholvers (70 km) uit de kolonies in dit Natura 2000-gebied. Hierdoor is niet uit te sluiten dat aalscholvers uit het Voornes Duin over het plangebied vliegen (tabel 4.1). Het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van aalscholver in en over het plangebied wordt in hoofdstuk 6 in meer detail beschreven en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage.

De lepelaar heeft een actieradius vanuit de kolonie van circa 40 km en heeft in het Voornes Duin een broedkolonie in het Quackjeswater, welke op meer dan 10 km afstand van het plangebied ligt. De lepelaars uit deze kolonie foerageren hoofdzakelijk in de polders van Delfland en later in het broedseizoen ook in de getijdengebieden in de Delta, waaronder de gebieden Scheelhoek en Kwade Hoek (Prinsen *et al.* 2009). Aangezien het plangebied ongeveer tussen het Voornes Duin en de foerageergebieden in Delfland ligt, is er een gerede kans dat de lepelaars uit voornoemde kolonie door het plangebied vliegen (tabel 4.1). Het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van lepelaar in en over het plangebied wordt in hoofdstuk 6 in meer detail beschreven en mogelijke effecten van het windpark worden beoordeeld in voorliggende rapportage.

Broedvogelsoorten Haringvliet (op circa 13 km)

Het Natura 2000-gebied Haringvliet is aangewezen voor tien broedvogelsoorten: **bruine kiekendief, kluut, bontbekplevier, strandplevier, zwartkopmeeuw, grote stern, visdief, dwergstern, blauwborst en rietzanger.**

De blauwborst en rietzanger zijn in het broedseizoen strikt gebonden aan de directe omgeving van de nestlocatie (van der Vliet *et al.* 2011) en hebben binnen het Natura 2000-gebied voldoende foerageer- en rustplaatsen voorhanden. Vanwege deze binding aan de nestlocatie voeren deze zangvogels geen vliegbewegingen uit tot in het plangebied.

De broedvogelsoorten bruine kiekendief (actieradius 5 km), kluut (5 km), bontbekplevier (3 km), strandplevier (3 km), visdief (12 km) en dwergstern (5 km) kunnen op grotere afstanden buiten het Natura 2000-gebied foerageren en rusten. Voor alle bovengenoemde soorten geldt echter dat hun maximale actieradius kleiner is dan de afstand tussen het Natura 2000-gebied Haringvliet en het plangebied. (Significant) versturende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze broedvogelsoorten in het Natura 2000-gebied Haringvliet zijn op voorhand met

zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1). Deze soorten wordt dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

De overige twee broedvogelsoorten, de zwartkopmeeuw en grote stern, kunnen op grotere afstand buiten het Natura 2000-gebied foerageren en rusten (beide actieradius 30 km). Zij kunnen dat in het plangebied of buitendijks direct langs de rand van het plangebied doen, maar ook onderweg naar foerageergebieden het plangebied passeren (tabel 4.1). Het gebiedsgebruik en vliegbewegingen van bovengenoemde soorten en de potentiële relatie met het plangebied wordt in hoofdstuk 6 in meer detail beschreven en effecten van het windpark hierop worden beoordeeld in voorliggende rapportage.

Broedvogelsoorten Duinen Goeree & Kwade Hoek (op ca. 15 km)

Het Natura 2000-gebied Duinen Goeree & Kwade Hoek is aangewezen voor één broedvogelsoort, de **strandplevier** (actieradius 3 km). De strandplevier is in het broedseizoen gebonden aan de directe omgeving van de nestlocatie. Vanwege deze binding met het Natura 2000-gebied voert deze soort geen vliegbewegingen uit tot in het plangebied. (Significant) versturende effecten (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de strandplevier in het Natura 2000-gebied Duinen Goeree & Kwade Hoek zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten (tabel 4.1). Deze soort wordt dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

4.2.4 Niet-broedvogels

De Natura 2000-gebieden Voordelta, Haringvliet en Duinen Goeree & Kwade Hoek zijn aangewezen voor een groot aantal niet-broedvogelsoorten (tabel 4.1). In deze paragraaf wordt afgebakend voor welke soorten niet-broedvogels en voor welke Natura 2000-gebieden er een mogelijke relatie is met het plangebied. Alleen deze soorten worden in hoofdstuk 6 nader beschreven en vervolgens beoordeeld in voorliggende rapportage. Voor de overige soorten wordt in deze paragraaf onderbouwd waarom ze geen relatie hebben met het plangebied, zodat een effect van de bouw en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg op voorhand met zekerheid uitgesloten kan worden.

Duikers en futen

De soorten **roodkeelduiker**, **fuut** en **kuifduiker** zijn strikt gebonden aan open water en zijn door hun beperkte actieradius sterk gebonden aan de Natura 2000-gebieden. Voornoemde soorten hebben vanwege de afstand tussen de Natura 2000-gebieden en het plangebied, geen relatie met het plangebied. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Aalscholver, kleine zilverreiger en lepelaar

De wateren binnen de Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor de soorten **aalscholver** (actieradius 20 km), **kleine zilverreiger** (15 km - actieradius buiten broedseizoen ontleend aan de actieradius voor grote zilverreiger) en **lepelaar** (15 km) vormen de belangrijkste foerageergebieden voor deze soorten. De belangrijkste rust-

en slaappleatsen voor deze soorten liggen ook binnen de betreffende Natura 2000-gebieden. Het plangebied zelf biedt geen geschikt foerageer- of rustgebied voor deze soorten. Op basis van de afwezigheid van potentiële foerageergebieden voor kleine zilverreiger ten noorden van het plangebied, is de aanwezigheid van belangrijke vliegroutes van deze soort over het plangebied uit te sluiten. Deze soort wordt als niet-broedvogel verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1). De aalscholver en lepelaar, daarentegen, hebben ook foerageergebieden ten noorden van het plangebied waardoor vliegbewegingen over het plangebied kunnen voorkomen. Voor deze soorten is in hoofdstuk 6 de aanwezigheid in en om het plangebied in meer detail beschreven, en wordt in voorliggende rapportage een beoordeling gemaakt van de mogelijke effecten van het windpark op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten in de betrokken Natura 2000-gebieden (tabel 4.1).

Zwanen en ganzen

De **kleine zwaan** en ganzen (**kolgans, dwerggans, grauwe gans** en/of **brandgans**, tabel 4.1) rusten over het algemeen op het open water in de Natura 2000-gebieden en foerageren frequent in het binnendijkse agrarische gebied buiten de Natura 2000-gebieden. De kleine zwaan (actieradius 12 km) en dwerggans (30 km – ontleend aan andere ganzensoorten), waarvoor alleen het Haringvliet is aangewezen, hebben binnen en nabij het voornoemde Natura 2000-gebied voldoende foerageer- en rustgebieden en zullen niet tot in het plangebied komen. Effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in het Natura 2000-gebied Haringvliet kunnen op voorhand met zekerheid worden uitgesloten. Voor de kolgans, grauwe gans en brandgans (allen met actieradius van 30 km) geldt dat zij vanuit de betrokken Natura 2000-gebieden wel frequent over het plangebied kunnen vliegen. Voor deze soorten is in hoofdstuk 6 de aanwezigheid in en om het plangebied in meer detail beschreven, en wordt in voorliggende rapportage een beoordeling gemaakt van de mogelijke effecten van het windpark op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten in de betrokken Natura 2000-gebieden (tabel 4.1).

Eenden, zaagbekken en meerkoet

De eendensoorten **bergeend, krakeend, pijlstaart, slobbeend, eider, zwarte zee-eend, brilduiker, middelste zaagbek** en **meerkoet** zijn sterk gebonden aan het open water van de Natura 2000-gebieden die voor deze soorten zijn aangewezen (tabel 4.1 – soorten met actieradius van minder dan 5 km). Deze soorten hebben geen relatie met het plangebied en worden verder buiten beschouwing gelaten. De overige eendensoorten (**smient, wintertaling, wilde eend, kuifeend** en **toppereend**) rusten of foerageren overdag of 's nachts mogelijk wel op of nabij de landtong of op het water nabij het plangebied en ondervinden dan mogelijk verstoringseffecten van de windturbines (actieradius van 9 tot 26 km). Daarnaast passeren ze (mogelijk) het plangebied op weg naar foerageer- of rustgebieden. In voorliggende rapportage wordt daarom wel nader onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van Windpark Landtong Rozenburg op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van deze eendensoorten waarvoor Natura 2000-gebieden zijn aangewezen (zie tabel 4.1).

Roofvogels

Voor de **visarend** en **slechtvalk** (doelsoorten voor Natura 2000-gebied Haringvliet) zijn in het plangebied geen potentiële rustlocaties in de vorm van opgaande begroeiing of hoge gebouwen aanwezig. De actieradius van de visarend, 11 km, is kleiner dan de afstand tussen het Natura 2000-gebied Haringvliet en het plangebied, waardoor de visarend bij voorbaat geen binding heeft met het plangebied. Binnen het Haringvliet zijn er voldoende rust- en foerageergebieden aanwezig, waardoor beide roofvogelsoorten niet nabij het plangebied zullen voorkomen. De individuen die nabij het plangebied worden gezien zullen niet afkomstig zijn uit Natura 2000-gebied Haringvliet. Beide roofvogelsoorten hebben hierdoor geen binding met het plangebied en effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebied Haringvliet zijn daarom uitgesloten. Deze soorten worden verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

Steltlopers

De **drieteenstrandloper**, **tureluur** en **steenloper**, waarvoor Natura 2000-gebied Voordelta en/of Duinen Goeree & Kwade Hoek zijn aangewezen, hebben geen binding met het plangebied door de te grote afstand tussen het plangebied en het betreffende Natura 200-gebied ten opzichte van de maximale foerageerafstand van de soort (actieradius van 1 tot 2 km).

De andere tien steltlopersoorten waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied zijn aangewezen (**scholekster**, **kluut**, **bontbekplevier**, **goudplevier**, **zilverplevier**, **kievit**, **bonte strandloper**, **grutto**, **rosse grutto**, **wulp**) hebben een grotere actieradius die tot in het plangebied kan reiken (8 tot 15 km). Voor deze soorten geldt dat, vanwege de afwezigheid van potentieel foerageer- en rustgebied in of nabij het plangebied, deze soorten geen relatie hebben met het plangebied (tabel 4.1). Vliegbewegingen door het windpark vinden hooguit incidenteel plaats. Een effect van de bouw en het gebruik van het windpark op deze soorten is op voorhand met zekerheid uitgesloten. Deze worden verder buiten beschouwing gelaten.

Meeuwen en sterns

De Voordelta is aangewezen voor **dwergmeeuw**, **grote stern** en **visdief**. Buiten het broedseizoen fungeert de Voordelta met name als foerageergebied voor deze soorten. Deze soorten zijn gebonden aan de kust en open water. Hierdoor zullen deze soorten hooguit incidenteel over het plangebied vliegen. Daarnaast bevinden de slaapplekken van grote stern en visdief zich buiten het broedseizoen ruim ten zuiden van het plangebied in de Voordelta zelf. Deze niet-broedvogelsoorten worden verder buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1).

4.2.5 Samenvatting

In voorgaande paragrafen is beschreven welke soorten, waarvoor de Natura 2000-gebieden Solleveld & Kapittelduinen, Voornes Duin, Voordelta, Oude Maas, Haringvliet en Duinen Goeree & Kwade Hoek zijn aangewezen, mogelijk een verstorend effect (inclusief sterfte) ondervinden van Windpark Landtong Rozenburg. In tabel 4.1 is een volledig overzicht opgenomen van de instandhoudingsdoelstellingen van voornoemde

Natura 2000-gebieden en is weergegeven voor welke soorten de effecten in deze natuurtoets nader bepaald en beoordeeld worden (oranje gearceerd in tabel 4.1). Voor de overige soorten en alle beschermde habitattypen (groen gearceerd in tabel 4.1) is in voorgaande alinea's beargumenteerd waarom effecten (verstoring of verslechtering) van Windpark Landtong Rozenburg op voorhand met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Deze soorten en habitattypen zullen in de verdere effectbepaling en -beoordeling dan ook buiten beschouwing worden gelaten.

Tabel 4.1 Overzicht van habitattypen en -soorten, waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied zijn aangewezen, die in voorliggend rapport nader worden behandeld. Habitattypen en -soorten die niet in de tabel zijn opgenomen worden verder buiten beschouwing gelaten.

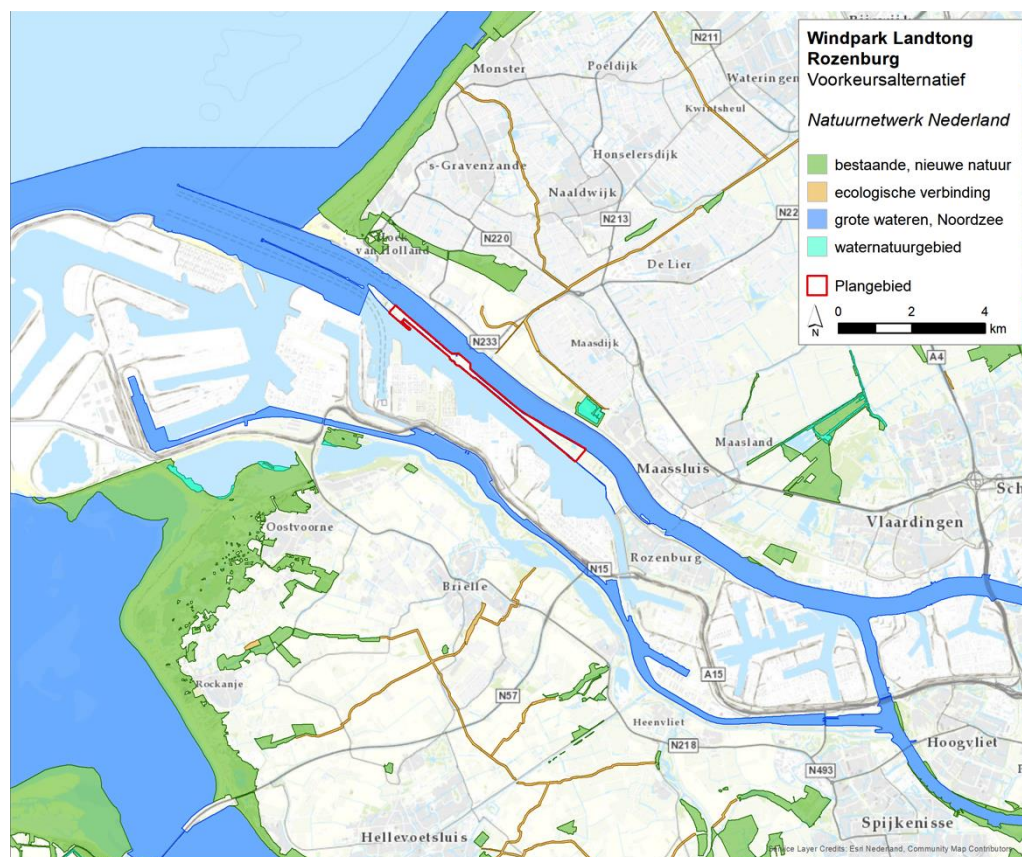
Instandhoudingsdoelstelling		Solleveld (H2020) (4,8 km)	Voornes Duin (H2020) (5,9 km)	Oude Maas (H2020) (9,9 km)	Haringvliet (H2020) (13 km)	Duinen Goeree & Kwade Hoek (15 km)
Habitattypen ²⁾						
H1110A	Permanente verstroomde landbanken (getijdengebied)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt
H1110B	Permanente verstroomde landbanken (Noordzee-kustzone)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt
H1140A	Slik (aand) en platen (getijdengebied)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1140B	Slik (aand) en platen (Noordzee-kustzone)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1310A	Zilt (bont) en bergoelinge (zeekraal)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1310B	Zilt (bont) en bergoelinge (zeevetmuis)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1320	Slik (asvelden)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1330A	Schorren (aand) en graslanden (buitendijks)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2110	Embryonale duinen	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2120	Witte duinen	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2130C	Grijze duinen (niet schraal)	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2150	Dunheid (aand) en struikhei	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt	nvt
H2160	Dunheid (aand) en ruwelen	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2170	Kruipwilgstruwen	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt
H2180A	Dunbos (aand) (droog)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt
H2180B	Dunbos (aand) (vochtig)	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt
H2180C	Dunbos (aand) (binnenduin) (aand)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2190A	Vochtgedruinvalleien (aand) (open water)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2190B	Vochtgedruinvalleien (aand) (kalkrijk)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2190C	Vochtgedruinvalleien (aand) (ontkalkt)	nvt	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H2190D	Vochtgedruinvalleien (aand) (toegemoets planten)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H3270	Slik (aand) en roovers	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H6430B	Ruigten (aand) en thar (wilgenroosje)	nvt	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H6430C	Ruigten (aand) en droge bosranden)	nvt	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H910A	Vochtgedruinvalleien (aand) (toegemoets bossen)	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
Habitatsorten						
H1014	Nauwe (aand) (getijdengebied)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1095	Zeeprk	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
H1099	Rivierprk	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
H1102	Eft	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
H1103	Fint	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
H1106	Zalm	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
H1134	Bittervoorn	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
H1163	Rivierdonderpad	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt
H1337	Bever	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1340	Noordse woelmuis	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied
H1364	Grijze keehond	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt
H1365	Gewone keehond	nvt	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt
H1903	Groen (aand) (getijdengebied)	Nee, (ruim) Buitenplangebied	Nee, (ruim) Buitenplangebied	nvt	nvt	nvt

Instandhoudingsdoelstelling	Solleveld (900m)	Voornes Duin (4.8km)	Voordelta (5.9km)	Oude Maas (9.9km)	Haringvliet (13km)	Duinen Goeree (15km)
Broedvogels						
A008	Geoorde fuut	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A017	Aalscholver	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A026	Kleine zilverreiger	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt	nvt
A034	Lepelaar	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt	nvt	nvt
A081	Bruine kiekendief	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A132	Kluut	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A137	Bontbekplevier	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A138	Strandplevier	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A176	Zwartkopmeeuw	nvt	nvt	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt
A191	Grote stern	nvt	nvt	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt
A193	Visdief	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A195	Dwergstern	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A272	Blauwborst	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A295	Rietzanger	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
Niet-broedvogels						
A001	Roodkeelduiker	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A005	Fuut	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A007	Kuifduiker	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A017	Aalscholver	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied
A026	Kleine zilverreiger	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A034	Lepelaar	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied
A037	Kleine zwaan	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A041	Koigans	nvt	nvt	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt
A042	Dwerggans	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A043	Grauwgans	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	Nee, (ruim) buiten plangebied
A045	Brandgans	nvt	nvt	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt
A048	Bergeend	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A050	Smient	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A051	Krakeend	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A052	Wintertaling	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	Nee, (ruim) buiten plangebied
A053	Wilde eend	nvt	nvt	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt
A054	Pijlstaart	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A056	Slobeend	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A061	Kuifeend	nvt	nvt	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt
A062	Toppereend	nvt	nvt	Ja, mogelijk effect onderzoeken	Ja, mogelijk effect onderzoeken	nvt
A063	Eider	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A065	Zwarte eend	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A067	Brilduiker	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A069	Middelste zaagbek	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A094	Visarend	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A103	Slechtvalk	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A125	Meerkoet	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A130	Schalekster	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A132	Kluut	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A137	Bontbekplevier	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A140	Goudplevier	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A141	Zilverplevier	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A142	Kievit	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A144	Drieteenstrandloper	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A149	Bonte strandloper	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A156	Grutto	nvt	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt
A157	Rossegutto	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A160	Wulp	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A162	Tureluur	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied
A169	Steenloper	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A177	Dwergmeeuw	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A191	Grote stern	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt
A193	Visdief	nvt	nvt	Nee, (ruim) buiten plangebied	nvt	nvt

4.3 Natuurnetwerk Nederland

Het plangebied bevat geen delen van het NNN. Wel behoort het water ten noorden van de Landtong Rozenburg (Nieuwe Waterweg) inclusief enkele pieren in de Scheurhaven van de landtong tot het NNN. De Nieuwe Waterweg en enkele pieren behoren tot het onderdeel Grote Wateren, natuurdoeltype N02.01 Rivier (figuur 4.2). Drie kleine stukjes pier in de Scheurhaven en een smalle strook langs de noordoever van de landtong behoren tot natuurdoeltype N12.02 Kruiden- en Faunarijk grasland.

In voorliggende rapportage zal nader worden beoordeeld of het windpark significante effecten kan hebben op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN, waarbij ook overdraai in beschouwing wordt genomen.



Figuur 4.2 Gebieden van Natuurnetwerk Nederland in de omgeving van het plangebied.

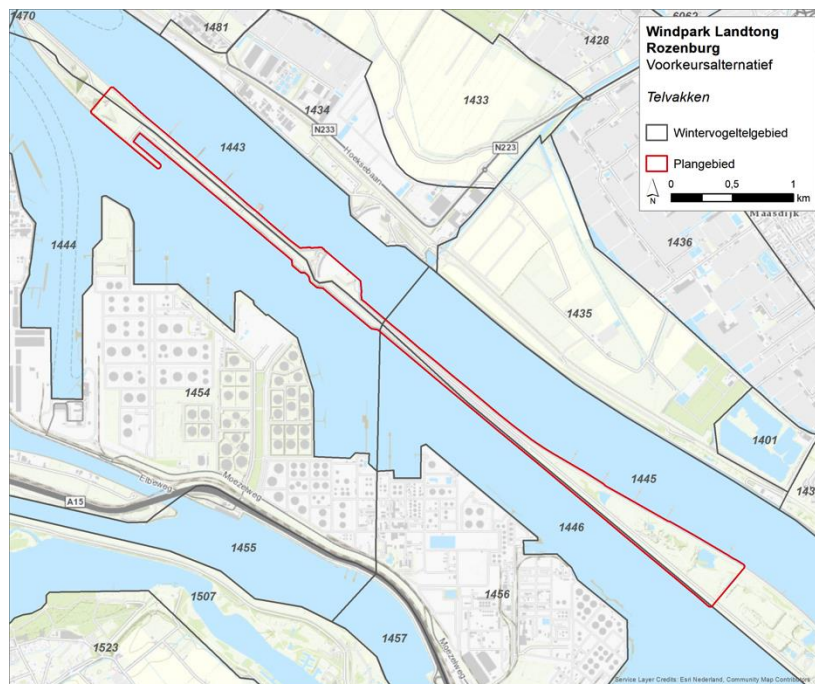
5 Materiaal en methoden

5.1 Brongegevens

Een kwantificering van effecten is deels mogelijk door middel van een analyse van reeds bestaande informatie:

- 1) Bakker & de Baerdemaeker 2014: Verkenning mogelijkheden verplaatsing oeverwaluwand Landtong Rozenburg;
- 2) Godijn, N., 2017: Quick scan Landtong Rozenburg;
- 3) Ohm, J.N., 2014: Aanvullend onderzoek vleermuizen en buizerd windpark Nieuwe Waterweg;
- 4) Staro Natuur en Buitengebied & Buys Eco Consult, 2017: Monitoren broedvogels havengebied Rotterdam in 2017;
- 5) Arts *et al.* 2017a: Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta;
- 6) Meerjarige monitoringsrapportages van kustbroedvogels in de Delta (Strucker *et al.* in serie & Arts *et al.* 2017b).

Ter aanvulling is gebruik gemaakt van diverse literatuurbronnen (zie hoofdstuk 13). Alle bronnen worden in de tekst vermeld. Daarnaast zijn de meest actuele telgegevens van watervogels gebruikt uit de periode 2012 - 2017 van een aantal telvakken (1443, 1444, 1445 & 1446) in (de omgeving van) het plangebied, die zijn opgevraagd bij de provincie Zuid-Holland (figuur 5.1). Per telvak en per soort zijn de watervogelgegevens bewerkt tot gemiddelde seizoensmaxima over de telseizoenen 2012/13-2016/17. Een telseizoen loopt van juli tot en met juni van het volgende jaar.



Figuur 5.1 Telvakken in de omgeving van het plangebied.

Veldwerk vogels

Tijdens de winter van 2017/2018, in de maanden december 2017, januari en februari 2018 heeft op Landtong Rozenburg veldonderzoek ondersteund met een vogelradar plaatsgevonden voor het bepalen van vliegbewegingen van relevante vogelsoorten. In de maanden mei en juni 2018 hebben er ook tellingen plaatsgevonden op Landtong Rozenburg, waarbij alleen de vliegbewegingen van grote meeuwensoorten zijn geteld. Deze tellingen waren onderdeel van een stageproject (Jeninga 2018), maar de data is bewerkt als aanvulling op berekeningen van fluxen voor de betreffende meeuwensoorten.

Veldwerk vleermuizen

PM

Ten behoeve van het onderdeel soortbescherming in voorliggende natuurtoets is daarnaast data van de NDFF voor alle beschermde en Rode Lijst-soorten gebruikt uit de periode 2012 - 2017 (opgehaald op 29 januari 2018). De detailgegevens uit de NDFF zijn met toestemming van BIJ12 in dit rapport opgenomen. Het gebruik ervan voor andere toepassingen dan deze studie is niet toegestaan.

De berekeningen in dit rapport, bijvoorbeeld van het potentieel aantal aanvarings-slachtoffers, zijn gedeeltelijk gebaseerd op aannames omdat voor veel soorten gedetailleerde en locatiespecifieke informatie over bijvoorbeeld het aantal vliegbewegingen en vlieggedrag van betrokken soorten niet in voldoende detail voorhanden was. Deze aannames zijn altijd op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst. Bij de berekeningen wordt beschreven welke aannames zijn gedaan en op welke manier met *worst case scenario's* rekening is gehouden.

5.2 Methode van effecten bepalen (vogels)

De bouw en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg kan effect hebben op vogels die gedurende enige fase van hun levenscyclus in de omgeving van het plangebied verblijven (zie bijlage 3 voor een algemeen overzicht van de effecten van windturbines op vogels). Daarmee kan het windpark ook effect hebben op vogels die een deel van hun tijd in Natura 2000-gebieden doorbrengen. In de effectbepaling voor de gebruiksfase in hoofdstuk 8, zijn de volgende zaken opgenomen:

- De aantallen aanvarings-slachtoffers (§8.2);
- De versturende effecten van windturbines op lokaal rustende en foeragerende vogels (§8.3);
- De mogelijke barrièrewerking van de opstelling voor passerende lokale vogels (§8.4).

De aantallen slachtoffers en de mate van verstoring en barrièrewerking zijn zo veel mogelijk (en voor zover relevant) per soort en per alternatief gekwantificeerd.

Het effect van de *obstakelverlichting* op de windturbines op vogels is in deze studie niet nader beschouwd. Uit eerder literatuuronderzoek (Lensink & van der Valk 2013, samengevat in bijlage 7) is vast komen te staan dat luchtvaartverlichting op windturbines, zoals toegepast in Nederland, niet leidt tot extra risico's voor vogels.

5.2.1 Aanvaringsslachtoffers

Voor de bepaling van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van bestaande kennis over slachtofferaantallen bij windparken in Nederland, België, Duitsland en andere (West-)Europese landen (Winkelman 1989, 1992, Musters *et al.* 1996, Baptist 2005, Schaut *et al.* 2008, Everaert 2008, Krijgsveld *et al.* 2009, Krijgsveld & Beuker 2009, Beuker & Lensink 2010, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011, Verbeek *et al.* 2012, Klop & Brenninkmeijer 2014, Langgemach & Dürr 2018). In deze studies is gecorrigeerd voor factoren zoals zoek efficiëntie, verdwijnen van lijken door aaseters, het aantal zoekdagen en type zoekgebied. Op basis van deze kennis, gecombineerd met kennis van de vliegactiviteit van soorten in het plangebied, is op basis van deskundigenoordeel het toekomstige aantal slachtoffers in Windpark Landtong Rozenburg bepaald.

Voor sommige soort(groep)en is uit onderzoek in bestaande windparken een aanvaringskans beschikbaar. Voor deze soorten kan het aantal aanvaringsslachtoffers berekend worden met behulp van het Flux-Collision Model (Kleyheeg-Hartman *et al.* 2018). De aanvaringskansen (kans dat een langs vliegende vogel botst met een windturbine) zijn gebaseerd op studies in o.a. de Wieringermeer, de Sabinapolder, Windpark Slufter op de Eerste Maasvlakte en in België (o.a. Everaert 2008; Fijn *et al.* 2012, data uit Verbeek *et al.* 2012, Prinsen *et al.* 2013). De aantallen slachtoffers uit deze studies zijn te vertalen naar nieuw geplande windparken, indien rekening gehouden wordt met de windturbineomvang (ashoogte, rotordiameter), windturbine-configuratie, locatie (landschapstype), vogelaanbod (flux) en betrokken soorten. Deze factoren zijn geformaliseerd in een berekeningswijze die soort(groep)specifiek is en waarvoor kennis over het vogelaanbod (flux) noodzakelijk is (Flux-Collision Model; versie maart 2016, zie bijlage 6 voor details en Kleyheeg-Hartman *et al.* 2018). De uitkomst van de berekeningen wordt bepaald door de combinatie van de dimensies van het windpark en de eigenschappen en het gedrag van de desbetreffende vogelsoort. Voor Windpark Landtong Rozenburg zijn zulke slachtofferberekeningen uitgevoerd voor de niet-broedvogelsoorten grauwe gans, kievit, kleine mantelmeeuw, knobbelzwaan, kokmeeuw, kraakeend, scholekster, smient, wilde eend en zilvermeeuw.

Voor soort(groep)en waarvoor geen aanvaringskansen beschikbaar is, kunnen geen modelberekeningen met het Flux-Collision Model worden uitgevoerd. Voorbeelden van soortgroepen waarvoor dit geldt zijn roofvogels en reigerachtigen. Voor soorten uit deze soortgroepen is een inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers in Windpark Landtong Rozenburg gemaakt, op basis van informatie over 1) aantallen vliegbewegingen over het plangebied, 2) vlieggedrag en 3) aantallen slachtoffers gevonden in slachtofferonderzoeken in Europa. Voor Windpark Landtong Rozenburg is op deze manier een inschatting gemaakt van de sterfte van aalscholver en lepelaar.

De berekeningen zijn deels gebaseerd op aannames omdat op sommige punten gedetailleerde en locatie-specifieke informatie van betrokken soorten niet voorhanden is. Deze aannames zijn altijd op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst. Dit geldt voor het aantal vogels dat bij het windpark rondvliegt, uitwijkt voor het windpark, en de berekende 1%-mortaliteitsnorm (zie ook hieronder bij flux, uitwijking en 1%-mortaliteitsnorm).

Aanvaringskans

Zwanen

In de berekeningswijze is voor zwanen een aanvaringskans aangehouden van 0,04% (Fijn *et al.* 2012). Dit is de enige soortgroep-specifieke aanvaringskans die voor zwanen beschikbaar is. Omdat in het desbetreffende onderzoek geen aanvaringsslachtoffers van zwanen zijn aangetroffen, betreft deze aanvaringskans een overschatting van de werkelijkheid.

Ganzen

Voor ganzen wordt een aanvaringskans van 0,0008% gehanteerd, zoals is vastgesteld in Windpark Sabinapolder (Verbeek *et al.* 2012).

Eenden

Voor eenden is een aanvaringskans gehanteerd van 0,04%, zoals vastgesteld in Windpark Oosterbierum (Winkelman 1992). Het onderzoek in de Sep-proefwindcentrale in Oosterbierum is tot nu toe het enige onderzoek waarin aanvaringskansen voor eenden zijn bepaald. Winkelman (1992) heeft de aanvaringskans op verschillende manieren berekend, uitgaande van uiteenlopende fluxen en verschillende, al dan niet gecorrigeerde, aantallen aanvaringsslachtoffers. De gehanteerde aanvaringskans van 0,04% is door Winkelman (1992) berekend op basis van het maximale werkelijke (oftewel gecorrigeerde) aantal aanvaringsslachtoffers. Dit is berekend op basis van de zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. De flux die Winkelman (1992) heeft gebruikt voor de berekening van deze aanvaringskans, betreft het minimale aantal geschatte vliegbewegingen door (of net over) het windpark in de namiddag/ avond, nacht en ochtend. Dit betreft waarschijnlijk een onderschatting van de werkelijke flux, omdat de fluxen in het onderzoek van Winkelman (1992) veelal visueel/auditief zijn gemeten, waardoor mogelijk vogels zijn gemist. De belangrijkste redenen voor het hanteren van specifiek deze aanvaringskans zijn: 1) Omdat de aanvaringskans berekend is op basis van het maximale werkelijke aantal slachtoffers, waarin ook de mogelijke aanvaringsslachtoffers zijn meegenomen, betreft de aanvaringskans met zekerheid een *worst case scenario*. 2) De flux waarop de aanvaringskans is gebaseerd (vliegbewegingen in de avond, nacht en ochtend) komt het best overeen met de manier waarop de flux over het algemeen in de slachtofferberekeningen voor de te beoordelen windparken wordt bepaald.

Steltlopers

Voor steltlopers is een aanvaringskans gehanteerd van 0,02%, zoals vastgesteld in Windpark Oosterbierum (Winkelman 1992). Het onderzoek in de Sep-proefwindcentrale

in Oosterbierum is tot nu toe het enige onderzoek waarin aanvaringskansen voor steltlopers zijn bepaald. Winkelman (1992) heeft de aanvaringskansen op verschillende manieren berekend, uitgaande van uiteenlopende fluxen en verschillende, al dan niet gecorrigeerde, aantallen aanvaringsslachtoffers. De gehanteerde aanvaringskans van 0,02% is door Winkelman (1992) berekend op basis van het maximale werkelijke (oftewel gecorrigeerde) aantal aanvaringsslachtoffers. Dit is berekend op basis van de zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. De flux die Winkelman (1992) heeft gebruikt voor de berekening van deze aanvaringskans, betreft het minimale aantal geschatte vliegbewegingen door (of net over) het windpark in de namiddag/avond, nacht en ochtend. Dit betreft waarschijnlijk een onderschatting van de werkelijke flux, omdat de fluxen in het onderzoek van Winkelman (1992) veelal visueel/auditief zijn gemeten, waardoor mogelijk vogels zijn gemist. De belangrijkste redenen voor het hanteren van specifiek deze aanvaringskans zijn: 1) Omdat de aanvaringskans berekend is op basis van het maximale werkelijke aantal slachtoffers, waarin ook de mogelijke aanvaringsslachtoffers zijn meegenomen, betreft de aanvaringskans met zekerheid een *worst case* scenario. 2) De flux waarop de aanvaringskans is gebaseerd (vliegbewegingen in de avond, nacht en ochtend) komt het best overeen met de manier waarop de flux over het algemeen in de slachtofferberekeningen voor de te beoordelen windparken wordt bepaald.

Kleine mantelmeeuw

Voor de kleine mantelmeeuw zijn soortspecifieke aanvaringskansen beschikbaar uit Windpark Slufterdam en Windpark Distridam (Prinsen *et al.* 2013). Beide aanvaringskansen zijn gebruikt voor de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers van de kleine mantelmeeuw in Windpark Landtong Rozenburg. Naast deze twee soortspecifieke aanvaringskansen is ook gebruik gemaakt van de generieke aanvaringskans die in Windpark Sabinapolder voor meeuwen is bepaald (Verbeek *et al.* 2012). Het in dit rapport gepresenteerde aantal aanvaringsslachtoffers betreft het gemiddelde van de drie uitkomsten berekend met de aanvaringskansen uit deze drie referentiewindparken. De afzonderlijke windparken tellen even zwaar mee in de berekening van het gemiddelde.

Zilvermeeuw

Voor de zilvermeeuw zijn soortspecifieke aanvaringskansen beschikbaar uit Windpark Slufterdam en Windpark Distridam (Prinsen *et al.* 2013). De aanvaringskans uit Windpark Slufterdam is gebruikt voor de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers van de zilvermeeuw in Windpark Landtong Rozenburg. De aanvaringskans uit Windpark Distridam is buiten beschouwing gelaten, omdat de resultaten van berekeningen met deze aanvaringskans onrealistisch hoog zijn in vergelijking met resultaten van slachtofferonderzoeken in Nederland en de rest van (West-)Europa en ook niet in verhouding staan tot de flux door het geplande windpark. Mogelijk is de flux die in Windpark Distridam gedurende een steekproef van 12 uur is vastgesteld, en op basis waarvan de aanvaringskans is berekend, niet representatief voor de gemiddelde flux door dat windpark. Een andere mogelijkheid is dat er tijdens een dag met extreme weersomstandigheden (bijvoorbeeld dichte mist of harde storm)

een uitzonderlijk groot aantal zilvermeeuwen slachtoffer is geworden in Windpark Distridam, wat door de relatief korte onderzoeksperiode een (te) grote invloed heeft op de berekende gemiddelde aanvaringskans. De precieze oorzaak is niet bekend.

Naast de soortspecifieke aanvaringskans uit Windpark Slufterdam is ook gebruik gemaakt van de generieke aanvaringskans die in Windpark Sabinapolder voor meeuwen is bepaald (Verbeek *et al.* 2012) en van de aanvaringskansen die in de Belgische windparken Kleine Pathoekeweg en Boudewijnkanaal voor grote meeuwen zijn bepaald (Everaert 2008). Het in dit rapport gepresenteerde aantal aanvarings-slachtoffers betreft het gemiddelde van de vier uitkomsten berekend met de aanvaringskansen uit de vier geselecteerde referentiewindparken. De afzonderlijke windparken tellen even zwaar mee in de berekening van het gemiddelde.

Kleine meeuwen

Voor kleine meeuwen zijn aanvaringskansen beschikbaar uit acht verschillende windparken. Voor Windpark Landtong Rozenburg is het aantal slachtoffers met het Flux-Collision Model berekend met aanvaringskansen uit vier van deze windparken, namelijk Windpark Sabinapolder, Windpark Slufterdam, Windpark Boudewijnkanaal en Windpark Kleine Pathoekeweg (Everaert 2008, Verbeek *et al.* 2012, Prinsen *et al.* 2013). Het in dit rapport gepresenteerde aantal aanvarings-slachtoffers betreft het gemiddelde van de vier uitkomsten berekend met de aanvaringskansen uit deze vier referentiewindparken. De afzonderlijke windparken tellen even zwaar mee in de berekening van het gemiddelde.

Visdief

Voor de visdief is de aanvaringskans gehanteerd vastgesteld in Windpark Slufter op de Eerste Maasvlakte (Prinsen *et al.* 2013). Er is hier gekozen om niet te vergelijken met aanvaringskansen berekend in een windpark in Zeebrugge, omdat die situatie daar te sterk afwijkt (relatief kleine turbines en sternkolonies dichtbij de windturbines) van voorliggende situatie.

Bepaling soortspecifieke flux

Voor de berekening van de flux van broed- en niet-broedvogels is uitgegaan van gegevens over verspreiding en aantallen in (de omgeving van) het plangebied en hun vlieggedrag (zie ook hoofdstuk 6). Op basis van radaronderzoek naar vliegpatronen in het plangebied in de winter en visuele tellingen in het broedseizoen is bepaald uit welke telgebieden vogels mogelijk de windturbines in de verschillende alternatieven kruisen tijdens hun dagelijkse pendelvluchten tussen broedkolonies / slaapplekken en foerageergebieden. Voor de aantallen in de flux voor zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in het broedseizoen is gebruik gemaakt van in het veld vastgestelde fluxen door het plangebied (Jeninga 2018). Voor de flux van zilvermeeuw buiten het broedseizoen is gebruik gemaakt van de radar/visuele waarnemingen door Bureau Waardenburg in de wintermaanden. Voor fluxen van overige niet-broedvogels is gebruik gemaakt van de getelde aantallen aanwezige vogels in de nabijgelegen watervogelmonitoringgebieden (gegevens provincie Zuid-Holland). Hiervan is, als *worst*

case, telkens het gemiddelde seizoensmaximum over de periode 2012/13-2016/17 gebruikt om de dagelijkse flux (intensiteit vliegbewegingen) door de betreffende opstelling te bepalen. Hierbij is rekening gehouden met het seizoensverloop van elke soort (zie sovon.nl) en is aangenomen dat de aantallen in de periode van aanwezigheid tweemaal daags tussen slaapplaats en foerageergebied pendelen. Naar rato van lengte en positie van de windturbineopstelling (opgedeeld in deelparken waar nodig) ten opzichte van de ingeschatte breedte van de vliegbaan van de vogels, zijn de aantallen als aanbod opgevoerd in de slachtofferberekening (tabel 5.1). Hierbij is nadrukkelijk rekening gehouden met vliegpatronen waargenomen in het veld tijdens het radaronderzoek/visuele waarnemingen en afgeleid van de ligging van de slaapplaatsen ten opzichte van de watervogeltelgebieden. Bijvoorbeeld, voor wilde eend is de flux grotendeels (70%) toegekend aan het westelijke deel van het plangebied en is voor de oostelijke helft van het windpark in alle alternatieven een kleinere flux (30%) gehanteerd. Voor knobbelzwaan is deze verdeling bijvoorbeeld 40:60 (tabel 5.1).

Uitwijking

Voor knobbelzwaan is aangenomen dat 85% van de vogels uit zal wijken voor het windpark wanneer tussen de lijnopstellingen voldoende ruimte bestaat om ongehinderd van een dergelijk 'gat' gebruik te maken (tabel 5.1). Deze waarden komen overeen met uitwijkpercentages (80-98%) die zijn gemeten voor een divers aantal soorten, waaronder ganzen (o.a. Plonckier & Simms 2012, Dirksen *et al.* 2007, Fijn *et al.* 2007, Fernley *et al.* 2006, Poot *et al.* 2001, Tulp *et al.* 1999). Voor eenden en steltlopers is een uitwijking van 70% aangehouden. Dit laatste is 'worst case' ten opzichte van de hiervoor verzamelde resultaten ten aanzien van andere soort(groep)en in bestaande windparken. Voor kokmeeuw is een geringe uitwijking aangehouden; zowel in windparken op zee (Krijgsveld *et al.* 2011) als in windparken op de Eerste Maasvlakte (Prinsen *et al.* 2013) vertoonden grote en kleine meeuwen nauwelijks uitwijking en vlogen ze veelal door het windpark heen. In deze natuurtoets is de 18% overgenomen die empirisch door Krijgsveld *et al.* (2011) voor meeuwen in een uitgebreide meerjarige studie naar het effect van de windturbines op zee op (o.a.) vogels is vastgesteld. Voor visdief is, bij gebrek aan soortspecifieke informatie, 28% uitwijking aangehouden die in voornoemde studie empirisch is vastgesteld voor de qua gedrag vergelijkbare soort grote stern. Voor kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw is tenslotte de gehanteerde flux nadrukkelijk gebaseerd op waargenomen passages door het bestaande windpark op de landtong en dient derhalve de uitwijking in het model op nul te worden gezet (tabel 5.1).

Tabel 5.1 Aanvaringskansen, flux richting windpark (totaal aantal vliegbewegingen), percentage macro-uitwijking (voor het gehele windpark) en verdeling van de flux over

de westelijke en oostelijke helft van het plangebied zoals gehanteerd voor de verschillende vogelsoorten in de slachtofferberekeningen. 1 = Verbeek *et al.* (2012); 2 = Winkelman (1992); 3 = Fijn *et al.* (2012), 4= Prinsen *et al.* (2013), 5= Everaert (2008).

soort	Aanvarings- kans (%)	flux per seizoen (n vluchten)	macro- uitwijken (%)	Verdeling flux (West/Oost) (%)
grauwe gans	0,0008 ¹	6.000	85	40:60
kievit	0,02 ²	6.247	70	70:30
kleine mantelmeeuw	0,0055; 0,0037; 0,0108 ^{1, 4}	672.154	0	98:2
knobbelzwaan	0,04 ³	33.577	85	40:60
kokmeeuw	0,0055; 0,0021; 0,019; 0,019 ^{1, 4, 5}	22.632	18	70:30
krakeend	0,04 ²	17.584	70	70:30
scholekster	0,02 ²	26.388	70	70:30
smient	0,04 ²	22.923	70	70:30
wilde eend	0,04 ²	4.180	70	70:30
visdief	0,0015 ⁴	1.136	28	70:30
zilvermeeuw (niet-broedseizoen)	0,0055; 0,0274; 0,089; 0,08 ^{1, 4, 5}	176.529	0	70:30
zilvermeeuw (broedseizoen)	0,0055; 0,0274; 0,089; 0,08 ^{1, 4, 5}	161.852	0	70:30

Aandeel vogels op rotorhoogte

In een berekening met het Flux-Collision Model (bijlage 6) wordt gecorrigeerd voor een mogelijk verschil in het aandeel van de flux op rotorhoogte tussen het referentiewindpark en het te toetsen windpark (Kleyheeg-Hartman *et al.* 2018). Voor kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, kokmeeuw en visdief is het aandeel vogels op rotorhoogte afgeleid van metingen aan vlieghoogtes van meeuwen in het broedseizoen in Windpark Slufter en over de buitencontour van de Tweede Maasvlakte (Prinsen *et al.* 2013 & Gyimesi *et al.* 2013). Per alternatief is berekend welk aandeel van deze in het veld gemeten vlieghoogtes voor beide soorten in het plangebied op rotorhoogte plaats zou vinden. Voor de andere soorten waren dergelijke gegevens niet voorhanden en is aangenomen dat bij alternatief 100/100 (met de laagste tiplaagte) 25% van de vogels op rotorhoogte passeren, bij alternatief 120/120 en 140/140 is hiervoor een lager percentage gehanteerd, 18% respectievelijk 10% (deskundigenoordeel). Het handelt in alle gevallen voornamelijk om vogels die lokaal verblijven en vanaf het water of vanaf

de landtong naar rust- of foerageergebieden vliegen en dat niet op grotere hoogte zullen doen.

5.2.2 Verstoring

Verstoring van vogels kan zowel in de aanlegfase als in de gebruiksfase van Windpark Landtong Rozenburg plaatsvinden. Door de bouw en de aanwezigheid van windturbines wordt de kwaliteit van het leefgebied aangetast. De mate van verstoring wordt daarom afzonderlijk voor zowel de aanlegfase als de gebruiksfase getoetst. In de gebruiksfase verschilt de verstoringssafstand (de afstand waarover windturbines effect hebben op de kwaliteit van het leefgebied) van windturbines voor foeragerende en/of rustende vogels tussen soortgroepen en varieert van honderd tot enkele honderden meters (zie bijlage 3 en Hötter *et al.* 2006). Ook voor broedende vogels verschilt de verstoringssafstand van windturbines in de gebruiksfase tussen soorten. Voor veel soorten bedraagt de verstoringssafstand voor broedende vogels (veel) minder dan 100 meter (in de gebruiksfase).

Binnen de verstoringssafstand wordt de kwaliteit van het leefgebied aangetast door de fysieke aanwezigheid van de windturbines. Uit onderzoek blijkt dat grotere windturbines geen evenredig groter of kleiner verstoringseffect hebben (Schekkerman *et al.* 2003). In de soortspecifieke beoordeling van de verstoring is hier rekening mee gehouden en is gewerkt met een voor de desbetreffende soort toepasselijke verstoringssafstand. De verstoring in het gebied wat binnen de verstoringssafstand ligt is niet 100% (Krijgsveld *et al.* 2008), aangenomen is dat gemiddeld genomen 80% van de vogels binnen de verstoringsscontour verstoord wordt. Indien in de omgeving geschikt alternatief leefgebied beschikbaar is, kunnen de desbetreffende vogels uitwijken en is er geen sprake van maatgevende verstoring (de vogels verlaten het gebied niet).

5.2.3 Barrièrewerking

Voor het inschatten van de mate waarin barrièrewerking een probleem voor vogels vormt is gebruik gemaakt van literatuur en eigen waarnemingen uit veldonderzoek (o.a. Beuker *et al.* 2009, Fijn *et al.* 2007, 2012). Op grond hiervan en informatie over de dimensies van de geplande windturbineopstellingen is ingeschat of vogels de windturbine opstellingen zullen kruisen of omvliegen, en de mate waarin dat per inrichtingsalternatief valt te verwachten.

5.3 Methode van effecten bepalen (vleermuizen)

5.3.1 Effecten op verblijfplaatsen

Bij realisatie van een windpark moet rekening worden gehouden met effecten op verblijfplaatsen van vleermuizen (zie verder ook bijlage 4). In deze studie worden mogelijke effecten van de bouwfase beschreven op verblijfplaatsen, foerageergebieden

en vliegroutes. Voor de gebruiksfase van het windpark wordt getoetst of er sprake is van mogelijke verstoring van verblijfplaatsen, foerageergebieden en vliegroutes.

5.3.2 Sterfte van vleermuizen

Voor de inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van literatuuropgaven van vergelijkbare locaties in combinatie met het veldonderzoek van Bureau Waardenburg (in prep 2018) naar gebiedsgebruik en activiteit op rotorhoogte.

5.3.3 Effect op de staat van instandhouding

Het voorspelde aantal aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase wordt getoetst aan de staat van instandhouding van de relevante vleermuissoorten.

De staat van instandhouding van een populatie wordt volgens de Habitatrichtlijn als gunstig beschouwd als:

- Uit populatie dynamische gegevens blijkt dat de soort nog steeds een levensvatbare component is van de natuurlijke habitat waarin hij voorkomt, en dat vermoedelijk op langere termijn zal blijven, en;
- Het natuurlijk verspreidingsgebied van de soort niet kleiner wordt of binnen afzienbare tijd lijkt te zullen worden, en;
- Er een voldoende groot habitat bestaat en waarschijnlijk zal blijven bestaan om de populatie van de soort op lange termijn in stand te houden.

Voor de landelijke staat van instandhouding is gebruik gemaakt van het *European Topic Centre on Biological Diversity, report on Article 17 of the Habitats Directive*⁵. De rapportage geeft tevens de omvang van referentiepopulaties weer. Dit is te beschouwen als de minimale populatieomvang van een soort op basis van beschikbare gegevens en deskundigenoordeel. De lokale instandhouding is in de voorliggende rapportage gebaseerd op de landelijke referentiepopulatie. In bijlage 4 is weergegeven hoe deze is bepaald.

Om een eerste indicatie te krijgen van de effecten van sterfte op populaties wordt vaak het 1%-criterium (ook wel 1%-mortaliteitsnorm genoemd) gebruikt (zie kader in paragraaf hieronder). In de voorliggende rapportage zijn de berekende/geschatte aantallen aanvaringsslachtoffers gerelateerd aan de 'lokale populatie' en vergeleken met 1% van de natuurlijke sterfte van de lokale populatie.

⁵ <http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/>

5.4 Effecten beoordelen: toelichting op het begrip significantie

In het kader van de Wnb (Hoofdstuk 2) moet beoordeeld worden of de realisatie van Windpark Landtong Rozenburg, op zichzelf of in samenhang met andere plannen en projecten in de omgeving, (significant) negatieve effecten kan hebben op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden.

Voor de beoordeling van effecten van plannen en projecten op de betrokken Natura 2000-gebieden (zie hoofdstuk 4), is gebruik gemaakt van de door het Steunpunt Natura 2000 opgestelde leidraad (Steunpunt Natura 2000, 2010). Hierin staat verwoord wanneer gesproken moet worden van significante effecten. In de leidraad staat ook vermeld hoe kan worden omgegaan met het mogelijk onbedoeld veroorzaken van sterfte van vogels door windturbines. De basis hiervoor wordt gevormd door het 1%-criterium (verder 1%-mortaliteitsnorm) van het Ornithologische Comité. Volgens dit criterium kan iedere tol van minder dan 1% van de totale jaarlijkse sterfte van de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als kleine hoeveelheid worden beschouwd (zie kader hieronder).

Berekening 1%-mortaliteitsnorm

De 1%-mortaliteitsnorm is het aantal vogels dat 1% van de natuurlijke sterfte van de te toetsen populatie representeert. Deze waarde is soortspecifiek aangezien de populatiegrootte en de mortaliteit (de twee variabelen die de 1%-mortaliteitsnorm bepalen) voor alle soorten anders is. De 1%-mortaliteitsnorm wordt als volgt berekend:

$$1\text{-mortaliteitsnorm (\# vogels)} = (\text{natuurlijke sterfte} * \text{grootte van de te toetsen populatie}) * 0,01$$

Voor de gegevens over de natuurlijke sterfte per soort is gebruik gemaakt van de website van de BTO (<http://www.bto.org/about-birds/birdfacts>). In de berekeningen is de natuurlijke sterfte van adulte vogels gebruikt, omdat hier meer over bekend is en omdat deze sterfte lager is dan die van juveniele vogels. Hierdoor valt de 1%-mortaliteitsnorm iets lager uit waardoor met zekerheid het *worst case scenario* getoetst is. Voor soorten waarvoor geen gegevens met betrekking tot sterfte beschikbaar zijn is gebruik gemaakt van de sterfte van een gelijkende soort.

Notabene: Deze 1%-mortaliteitsnorm wordt hier niet gebruikt om het begrip 'significantie' uit te leggen. Het wordt hier gebruikt om een ordegrrootte van effecten aan te geven waarbij zeker geen significante effecten op zullen treden, omdat de sterfte procentueel zeer laag is ten opzichte van de natuurlijke sterfte. Een veilige 'eerste zeef' dus. De Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State achtte dit een acceptabele werkwijze.⁶ Een grotere sterfte dan 1% van de totale jaarlijkse sterfte (in cumulatie met andere projecten) noodzaakt een aanvullende toetsing om te bepalen of het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor de desbetreffende soort in gevaar kan komen. Een dergelijke toetsing kan bijvoorbeeld bestaan uit het doorrekenen van de effecten (additionele sterfte) op de betrokken populatie met behulp van een

⁶ Zie uitspraak ABRS van 1 april 2009 in zaaknr. 200801465/1/R2, uitspraak ABRS van 29 december 2010 in zaaknr. 200908100/1/R1 en de uitspraak ABRS van 8 februari 2012 in zaaknr. 201100875/1/R2.

populatiemodel, zoals uitgevoerd voor effecten van offshore windparken op kleine mantelmeeuwen (Lensink & van Horssen 2012).

5.5 Effectbepaling NNN

Doelen voor gebieden die behoren tot het NNN in de provincie Zuid-Holland zijn samengevat in natuurbeheertypen op de natuurbeheertypenkaart. De beheertypen hebben een vegetatiekundige basis, maar staan voor een hele levensgemeenschap van planten en dieren. De Index Natuur en Landschap uit 2017 geeft een overzicht van de betreffende soorten en soortengroepen. Doel is om de gebieden geschikt te houden of te maken voor die levensgemeenschap en onder welke gebiedscondities. In bestaande natuurgebieden gaat het vooral om behoud van natuurkwaliteit; in nieuwe natuurgebieden moet die nog ontwikkeld worden. Effecten van geplande ingrepen dienen getoetst te worden op de omvang, samenhang en kwaliteit van het gebied.

6 Vogels in en nabij het plangebied

6.1 Broedvogels

6.1.1 Broedvogels in het plangebied

Akker- en weidevogels

Het plangebied en de omgeving van het plangebied bestaat uit kortgrazig gras en struwelen met struiken. In dit landschap komen weinig typische akker- of weidevogels voor, in 2017 zijn twee broedpaar van graspieper en een broedpaar kneu vastgesteld (Staro & BEC 2017). Andere soorten, zoals grutto, scholekster en kievit zijn hier afwezig (NDFF 2018, Staro & BEC 2017).

Broedvogels van de Rode Lijst

In het plangebied komen geen broedvogelsoorten van de Nederlandse Rode Lijst voor, met uitzondering van voornoemde graspieper en kneu. In de ruime omgeving van het plangebied komen enkele andere soorten van de Nederlandse Rode Lijst tot broeden, o.a. de ransuil en tureluur (NDFF 2018, Staro & BEC 2017).

Jaarrond beschermde nesten

In het plangebied zelf broeden geen vogelsoorten waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn⁷ (Staro & BEC 2017). Op meer dan 750 m ten oosten van de meest oostelijk geplande turbine bevond zich in 2017 een nest van een buizerd (Godijn 2017).

Oeverwaluw

Op een paar honderd meter ten oosten van het plangebied bevindt zich een oeverwaluwwand, een afgeschaafde steilwand, waarin ca. 150-200 paar oeverwaluwen jaarlijks tot broeden komen (Bakker & de Baerdemaeker 2014). Deze steilwand zal worden verplaatst richting het westen (zie §2.4 & figuur 2.3), nabij de meest oostelijke windturbine in ieder van de drie alternatieven. Hierdoor zal de toekomstige situatie voor deze soort gaan veranderen. In de huidige situatie is de afstand tot het plangebied groter dan de verstoringafstand van oeverwaluwen (circa 100 m). In de toekomstige situatie ligt de steilwand dichterbij de windturbines (< 30 m, zie figuur 2.3).

Kolonievogels

Het Rotterdamse havengebied is een belangrijke broedplaats voor meeuwensoorten, vooral voor de kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw (Arts *et al.* 2017b, Staro & BEC 2017). Kleine meeuwensoorten, zoals de kokmeeuw en stormmeeuw, komen in het havengebied in relatief kleine aantallen tot broeden. In 2017 ging het om circa 440 broedparen stormmeeuw en 266 broedparen kokmeeuw. De zwartkopmeeuw ontbreekt als broedvogel in het havengebied (Staro & BEC 2017). Zowel de zilvermeeuw als de

⁷ Op grond van door het Ministerie van LNV (2009) verstrekte handleidingen worden nesten van de volgende soorten als jaarrond beschouwd: boomvalk, buizerd, gierwaluw, grote gele kwikstaart, havik, huismus, kerkuil, oehoe, ooievaar, ransuil, roek, slechtvalk, sperwer, steenuil, wespandief en zwarte wouw.

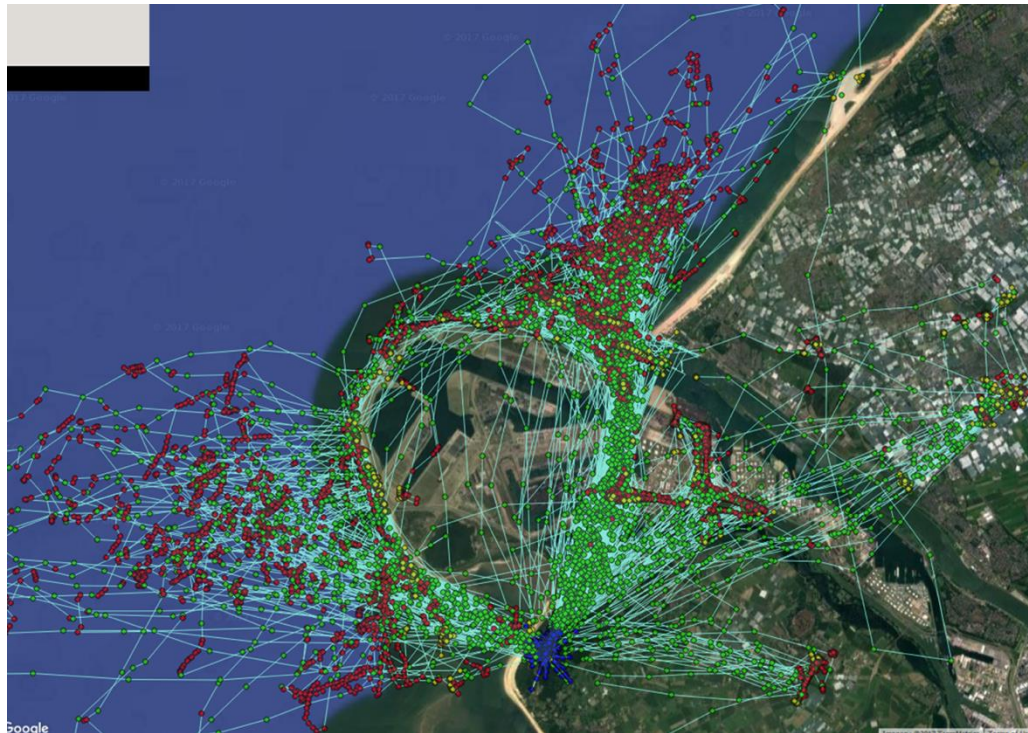
kleine mantelmeeuw hebben daarentegen hogere aantallen broedparen binnen het havengebied, namelijk 3.840 respectievelijke ca. 25.784 broedpaar in 2017 (Staro & BEC 2017). Voor de kleine mantelmeeuw geldt zelfs dat dit aantal broedpaar gelijk staat aan 60% van de gehele broedpopulatie van het Delta gebied (Arts *et al.* 2017b). Binnen het havengebied is de grootste broedkolonie kleine mantelmeeuwen in de Dintelhaven te vinden, voor de zilvermeeuw is dit de Maasvlakte (Arts *et al.* 2017b, Staro & BEC 2017).

6.1.2 Broedvogels uit Natura 2000-gebieden in relatie tot het plangebied

In de omgeving van het plangebied broeden aalscholvers en lepelaars in het Quackjeswater en/of Brede water (sovon.nl, vogelatlas.nl). Beide broedlocaties worden gebruikt door de aalscholver met >1.000 broedpaar in het Brede water en in Quackjeswater ca. 500 broedpaar (vogelatlas.nl). De broedkolonie van de lepelaar ligt in het Quackjeswater en omvat ca. 150-250 broedpaar. De zwartkopmeeuw broedde in 2016 voornamelijk nabij Markenje (410 paar) op de Scheelhoek eilanden (ca. 50 paar) en een honderdtal op de Slijkplaat. Ook zijn er in 2016 enkele broedparen geconstateerd bij Oostvoorne en op de Maasvlakte (Arts *et al.* 2017b). De grootste broedkolonie van grote stern was in 2016 op de Scheelhoek eilanden te vinden (2.275 paar), daarnaast was Markenje met 350 broedpaar ook een belangrijke broedplaats. Op de Slijkplaat heeft er een enkel paar succesvol gebroed (Arts *et al.* 2017b).

Aalscholver

Voor de aalscholver uit het Voornes Duin functioneren de gebieden Voordelta en Haringvliet als belangrijkste foerageergebieden (Boudewijn *et al.* 2012). Het plangebied ligt op >10 km van de kolonies in het Quackjeswater en Brede Water. De foerageergebieden van aalscholvers uit het Voornes Duin zijn door Bureau Waardenburg in kaart gebracht door een aantal aalscholvers in de broedtijd toe te rusten met een zender (Poot *et al.* 2013). De resultaten uit dit onderzoek (samengevat in figuur 6.1) tonen aan dat de Voordelta en het Haringvliet veruit de belangrijkste foerageergebieden vormen. De gezenderde aalscholvers passeerden in de broedtijd ook zo nu en dan (maar niet dagelijks) het plangebied (figuur 6.1). Het plangebied zelf vormt echter geen belangrijk foerageer- of rustgebied voor aalscholvers uit Voornes Duin en de gegevens wijzen er op dat er ook geen belangrijke vliegroutes over het plangebied liggen. Dit alles impliceert dat in het broedseizoen slechts kleine aantallen aalscholvers uit het Voornes Duin het plangebied passeren of gebruiken.



Figuur 6.1 Bewegingen van circa 10 aalscholvers broedend in Natura 2000-gebied Voornes Duin (blauw). Betekenis van kleur stippen: groen = vliegend; rood = foeragerend op het water; geel = rustend/pleisterend; blauw = verblijf in of nabij de broedkolonie in Voornes Duin (uit: Poot et al. 2013).

Lepelaar

De lepelaar broedt in het Quackjeswater en foerageert in de ruime omgeving van de kolonie o.a. in ondiep water bij stranden en zandplaten. Voor de lepelaar is uit onderzoek (Prinsen *et al.* 2009) gebleken dat de vogels uit de kolonie in het Quackjeswater in vrijwel alle richtingen uit de kolonie vertrekken en ook uit vrijwel alle richtingen arriveren. Veel vogels vliegen van en naar het westen en noordwesten (o.a. Kwade Hoek), het zuidwesten (o.a. Scheelhoek) en het zuiden en zuidoosten (o.a. Quackgors). Daarnaast vliegen ook lepelaars van en naar het noordoosten om te foerageren in het veenweidegebied van Midden-Delfland nabij Delft (Prinsen *et al.* 2009). Mogelijk passeren deze vogels daarbij het oostelijke deel van het plangebied. Waarnemingen laten echter zien dat nabij het plangebied van Landtong Rozenburg lepelaars weinig worden gemeld, de meeste van deze waarnemingen komen van de noordoever van de Nieuwe Waterweg (data NDFF). Ook tijdens negen bezoeken in mei en juni 2018 zijn geen passages van lepelaars door het bestaande windpark op Landtong Rozenburg waargenomen (veldwerk Bureau Waardenburg). Het voorkomen van de lepelaar nabij het plangebied, vanuit de Natura 2000-gebieden welke voor deze soort zijn aangewezen, is derhalve sporadisch.

Zwartkopmeeuw

De zwartkopmeeuw broedt op meerdere plaatsen in het Deltagebied (tabel 6.1), met de dichtstbijzijnde broedgevallen bij Oostvoorne en op de Maasvlakte. Beide broedlocaties bestonden in 2016 uit slechts enkele broedparen (<10 broedpaar, Arts *et al.* 2017b). In

2017 broedde de soort overigens niet op de Maasvlakte of in het Rotterdamse havengebied (Staro & BEC 2017). Op andere plaatsen in de Delta zijn de broedkolonies veel groter, met honderden tot een duizendtal broedparen. Het plangebied ligt voor de meeste kolonies niet binnen de actieradius van de zwartkopmeeuw (30 km). Zo zullen o.a. de broedvogels uit de Westerschelde en Oosterschelde niet tot in het plangebied komen (tabel 6.1). De kolonies die binnen de actieradius liggen, hebben in de omgeving van de betreffende kolonies genoeg foerageermogelijkheden. Het aantal waarnemingen van zwartkopmeeuwen nabij het plangebied is ook sporadisch. In de afgelopen jaren worden maar af en toe zwartkopmeeuwen waargenomen, waarvan de meeste bij Hoek van Holland worden gezien, aan de noordoever van de Nieuwe Waterweg (data NDFF).

*Tabel 6.1 Aantal broedparen van de zwartkopmeeuw in het Deltagebied in de periode 2012 – 2016 (Bron: Arts et al. 2017b). - = geen broedparen aanwezig; * = plangebied ligt binnen de actieradius van zwartkopmeeuw vanuit deze kolonies.*

Deelgebied	Aantal broedparen				
	2012	2013	2014	2015	2016
Maasvlakte/Europoort*	9	-	1	5	1
Haringvliet*	579	499	235	95	524
Hollands Diep	-	1	-	-	-
Biesbosch	-	-	2	9	-
Volkerakmeer*	39	134	23	106	45
Grevelingenmeer*	12	76	85	270	410
Oosterschelde	2	20	6	49	22
Westerschelde	1.051	1.411	1.220	260	646
West Zeeuws-Vlaanderen	3	4	25	84	70
Oost Zeeuws-Vlaanderen	6	3	1	20	110
Voordelta*	1	-	1	3	4

Grote stern

De grote stern broedt verspreid over het Deltagebied in een beperkt aantal kolonies die geregeld van plaats wisselen (tabel 6.2). Recente broedplaatsen in het Haringvliet zijn de Scheelhoek en de Slijkplaat. Grote sterns hebben een grote actieradius, tot enkele tientallen kilometers, ze foerageren dus tot ver buiten de kolonies (Prins *et al.* 2013). Foerageerlocaties van grote sterns van de kolonie bij de Scheelhoek liggen in de Voordelta, o.a. Verklikkerplaat, Bollen van de Ooster, het zeegebied ten noorden van Ouddorp en het gebied rond de Hinderplaat. De sterns foerageren ook buiten de begrenzing van Natura 2000-gebied Voordelta, o.a. ver op zee en (ver) ten noorden van de Tweede Maasvlakte (Prins *et al.* 2013). Hierdoor kunnen grote sterns die broeden in het Haringvliet en het Grevelingen tot in de omgeving van het plangebied foerageren. De grote stern is echter een echte kustvogel, die dan ook voornamelijk foerageert aan de kust of verder op zee, waarnemingen van foeragerende grote sterns landinwaarts zijn schaars. Waarnemingen uit de omgeving van het plangebied laten zien dat er in de afgelopen jaren slechts enkele waarnemingen zijn gedaan in de buurt van het plangebied. Deze waarnemingen werden allen gedaan ten noordwesten van het plangebied nabij Hoek van Holland, vaak aan de strandkant (data NDFF).

Tabel 6.2 Aantal broedparen van de grote stern in het Deltagebied in de periode 2012 – 2016 (Bron: Arts et al. 2017b). - = geen broedparen aanwezig; * = plangebied binnen de actieradius van grote stern vanuit deze kolonies.

Deelgebied	Aantal broedparen				
	2012	2013	2014	2015	2016
Maasvlakte/Europoort*	-	-	-	-	-
Haringvliet*	3.307	1.533	3.089	1.858	2.274
Grevelingenmeer*	1.750	3.835	330	2.000	350
Oosterschelde	-	88	372	370	-
Westerschelde	2.350	2.277	2.500	2.100	2.472
Voordelta*	-	-	-	-	-

6.2 Niet-broedvogels

6.2.1 Niet-broedvogels in/nabij het plangebied

Aanwezige aantallen

Het plangebied en de omgeving van het plangebied bestaat uit gras en struwelen met struiken. Op basis van het gemiddelde seizoensmaxima van de afgelopen vijf jaar (2012/2013 t/m 2016/2017), in de telgebieden waar het plangebied deel van uit maakt of aan grenst, kan worden vastgesteld dat in het winterhalfjaar vooral grote aantallen knobbelzwanen, kokmeeuwen, krakeenden, scholeksters en zilvermeeuwen aanwezig zijn (soorten die mogelijk een binding hebben met nabijgelegen Natura 2000-gebieden, zoals smient, worden in §6.2.2 besproken). Hierbij is de zilvermeeuw vooral nabij het zuidelijk deel van het plangebied aanwezig, terwijl bijvoorbeeld de knobbelzwaan hoofdzakelijk nabij het noordelijk deel van het plangebied voorkomt (tabel 6.3; zie figuur 5.1 voor kaart telvakken).

De ganzensoorten zijn slechts in kleine aantallen in de telvakken aanwezig, terwijl van de zwanensoorten, de knobbelzwaan zeer talrijk voorkomt. De steltlopers zijn ook slechts in kleine aantallen in het gebied aanwezig. Van de eendensoorten zijn o.a. de wilde eend en kuifeend weinig talrijk, terwijl de krakeend en zeker de smient in grotere aantallen nabij het plangebied aanwezig zijn.

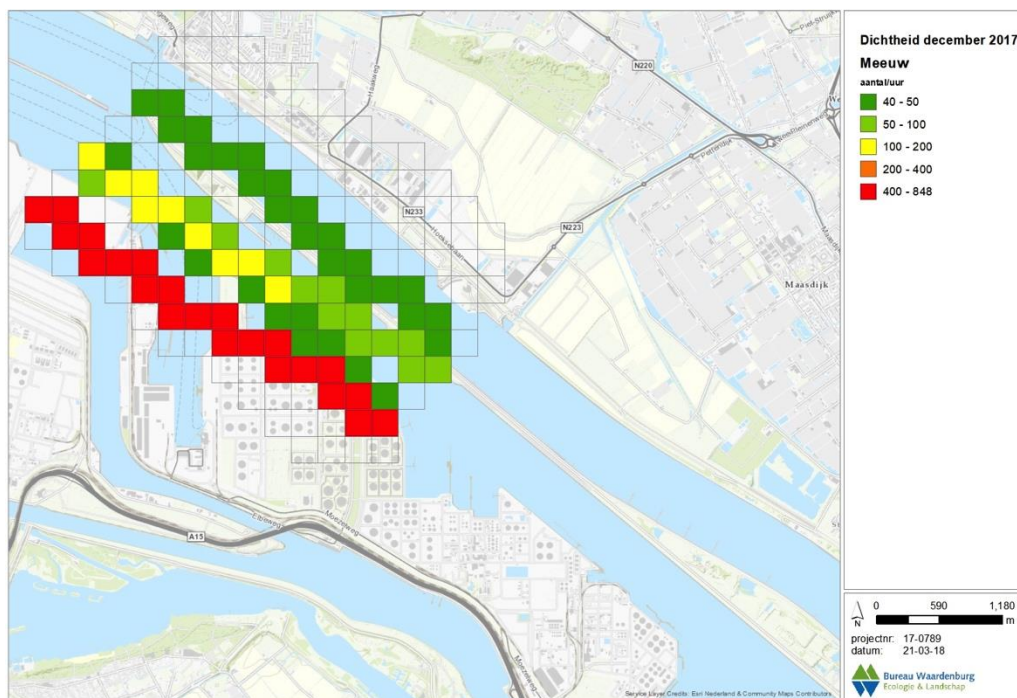
Tabel 6.3 Gemiddeld seizoensmaxima voor een selectie van niet-broedvogelsoorten van telvakken 1443 t/m 1446 van vijf seizoenen 2012/2013 t/m 2016/2017, zie figuur 5.1 voor kaart telvakken.

Soort	Telvak 1443	Telvak 1444	Telvak 1445	Telvak 1446
Grauwe gans	6	7	45	21
Grote mantelmeeuw	6	6	5	4
Kievit	49	8	53	1
Knobbelzwaan	144	91	368	24
Kokmeeuw	50	123	107	50
Kolgans	0	0	0	0
Krakeend	126	12	263	15
Kuifeend	0	3	1	0
Meerkoet	0	8	16	29
Scholekster	28	87	35	197
Smient	275	10	228	5
Stormmeeuw	10	7	27	10
Topper	0	0	0	0
Tureluur	1	1	4	0
Visdief	9	10	16	14
Wilde eend	24	44	39	4
Wintertaling	53	0	91	0
Wulp	13	8	4	15
Zilvermeeuw	96	400	188	260

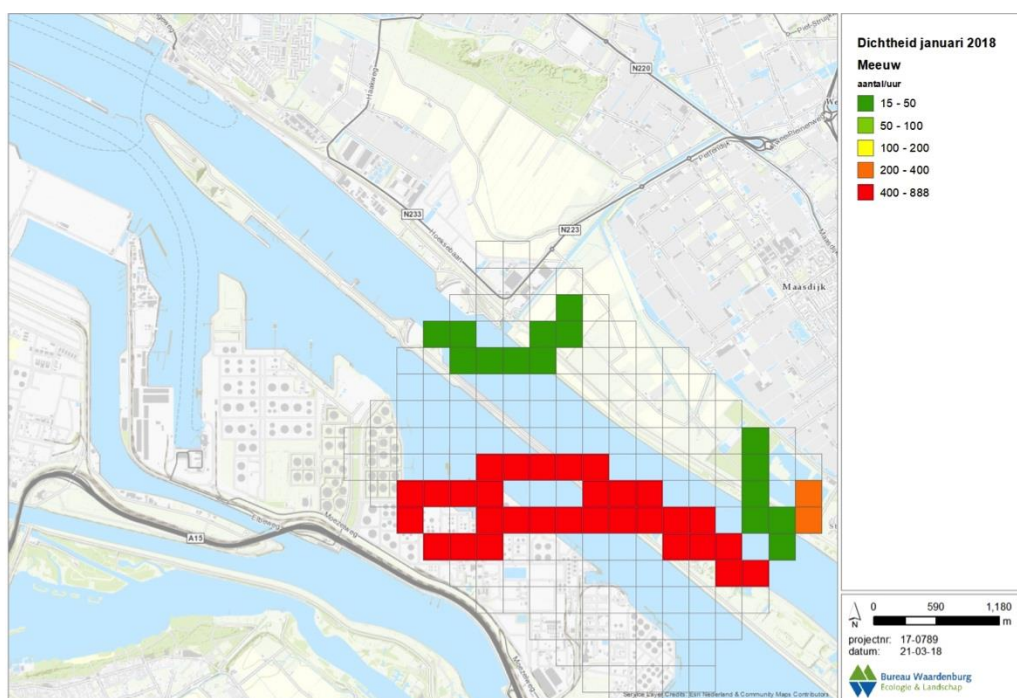
Vliegbewegingen

Het veldwerk in december 2017, januari en februari 2018 resulteerde in de volgende inzichten. De meest talrijke soort was de zilvermeeuw, deze soort werd voornamelijk in december in het noordelijk deel van het plangebied waargenomen, waarbij de meeuwen vooral parallel aan het plangebied over het water en havenbedrijven ten zuidwesten van het plangebied vlogen (figuur 6.2A). In januari 2018 is in het zuidelijk deel van het plangebied geobserveerd, ook daar passeerden toen veel zilvermeeuwen het plangebied (figuur 6.2B). In februari 2018 is met drie waarnemers informatie verzameld over de gehele lengte van het plangebied en zijn alle passages van vogels over het plangebied in kaart. Hieruit komt naar voren dat zilvermeeuwen vooral het midden van het plangebied, net zuidoost van de Maeslantkering het plangebied doorkruisten (figuur 6.2C).

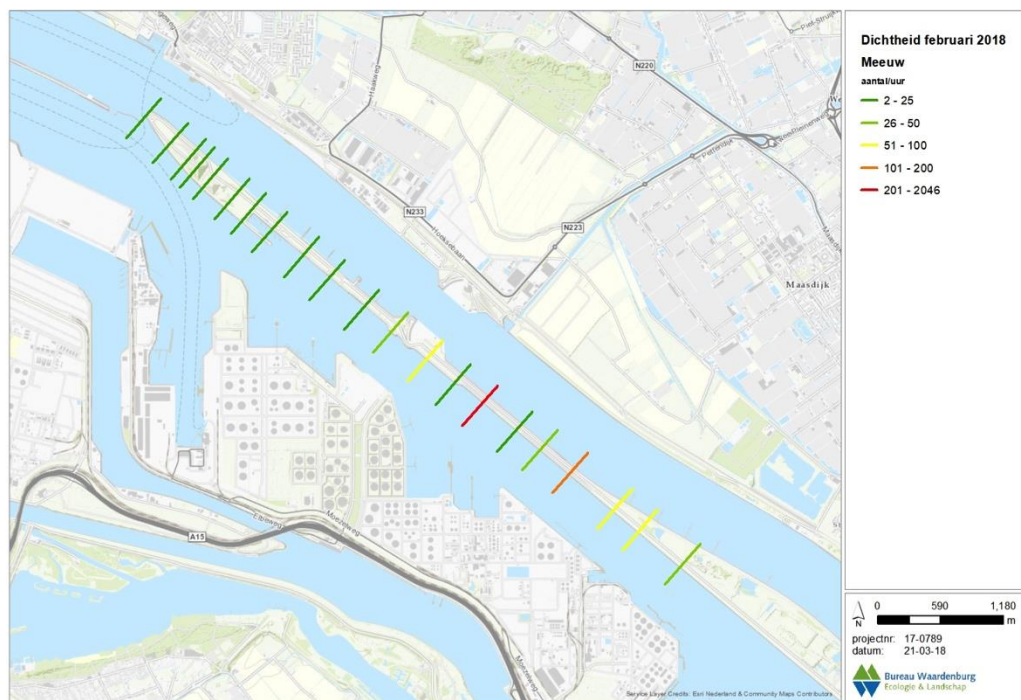
Eenden waren tijdens alle maanden van het veldwerk aanwezig, waarbij het ging om kleine aantallen tot enkele tientallen eenden (wilde eend en smient) vooral ten zuiden van het plangebied (figuur 6.3A, B & C). Hierbij vlogen deze eendensoorten in december 2017 net als de meeuwen parallel ten zuiden van het plangebied, terwijl tijdens het veldwerk in januari en februari 2018 de eenden het windpark kruisten. Dit deden ze vooral nabij de meest oostelijke windturbines van het windpark.



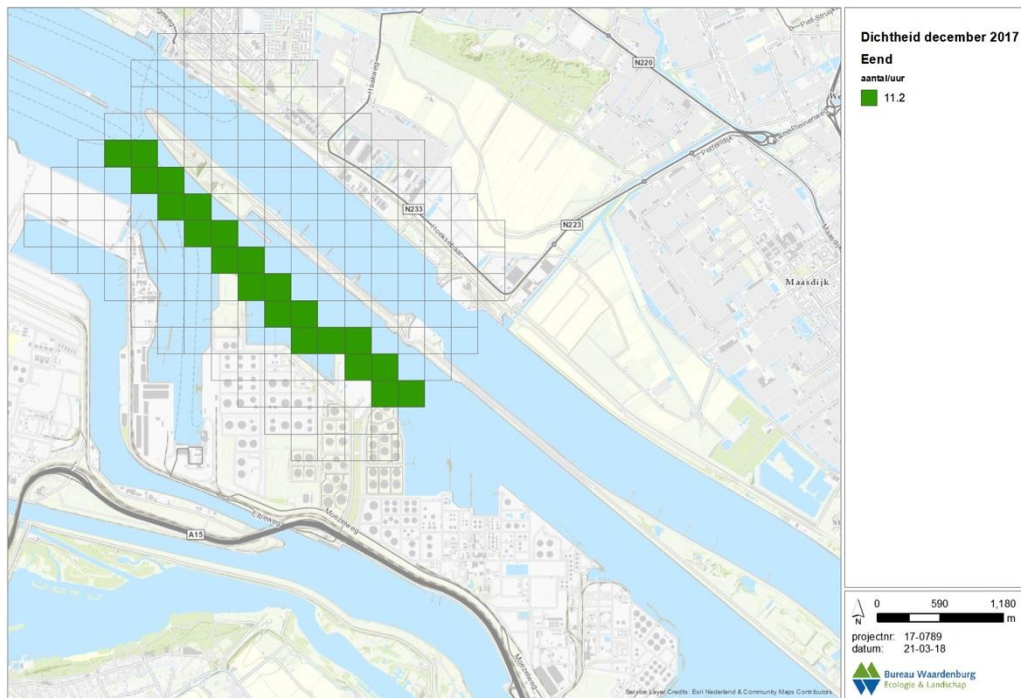
Figuur 6.2A Dichtheidskaart van meeuwen (het overgrote deel betrof zilvermeeuwen) over het plangebied in december 2017. Het waarneemgebied besloeg het noorden van het plangebied (zie gehele raster).



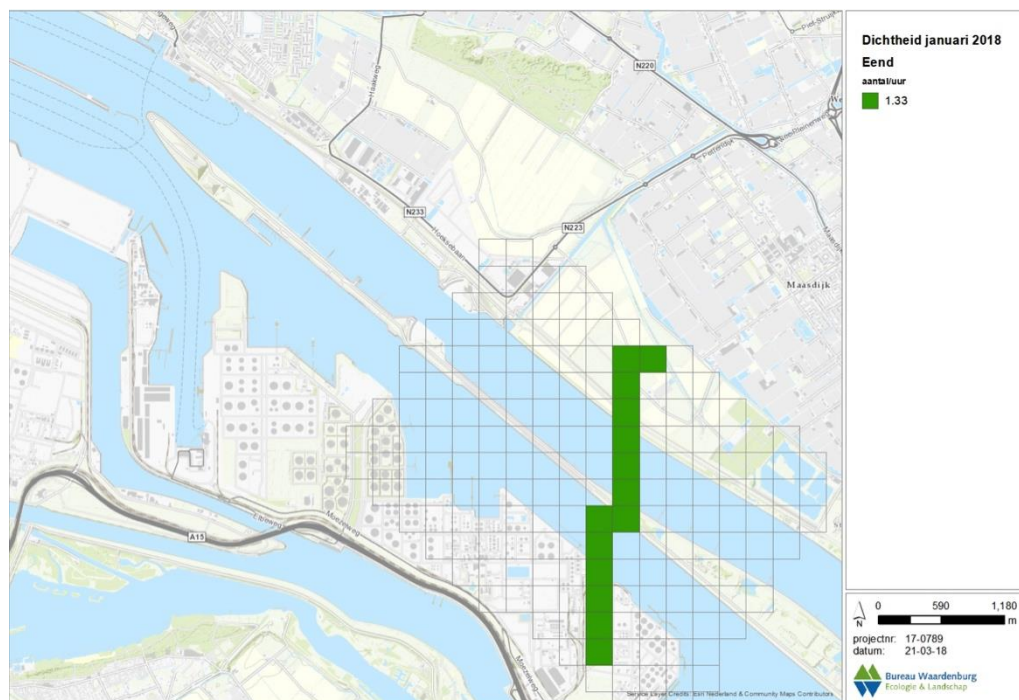
Figuur 6.2B Dichtheidskaart van meeuwen (het overgrote deel betrof zilvermeeuwen) over het plangebied in januari 2018. Het waarneemgebied besloeg het zuiden van het plangebied (zie gehele raster).



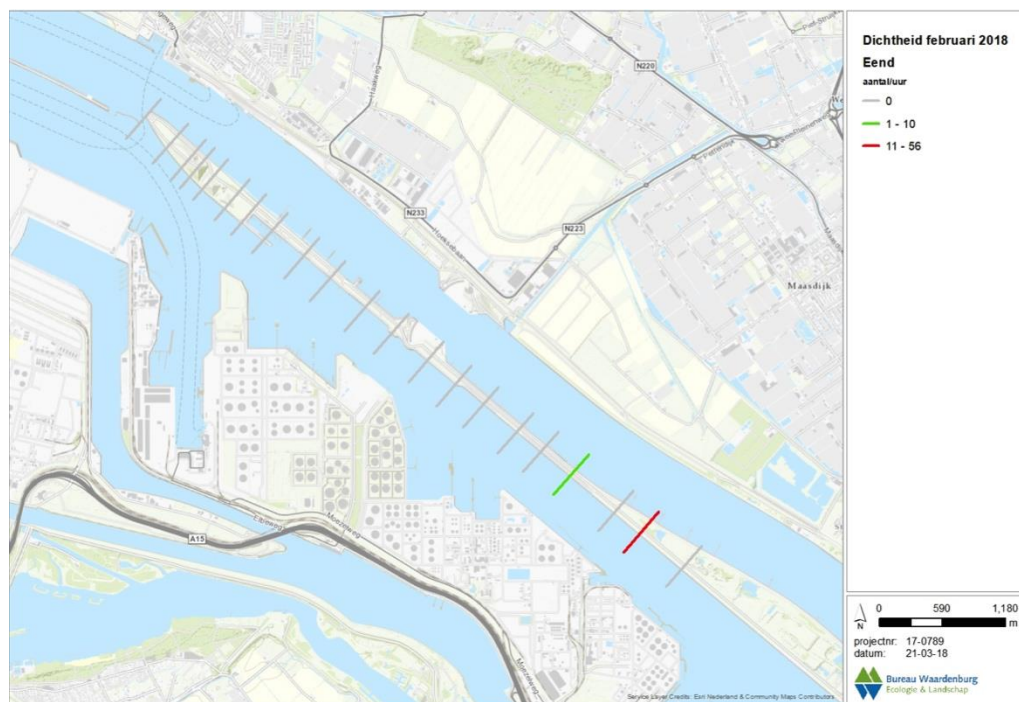
Figuur 6.2C Dichtheidskaart van passerende meeuwen (voornamelijk zilvermeeuwen) over het plangebied in februari 2018. Het waarneemgebied besloeg het gehele plangebied onderverdeeld in secties.



Figuur 6.3A Dichtheidskaart van eenden over het plangebied in december 2017.

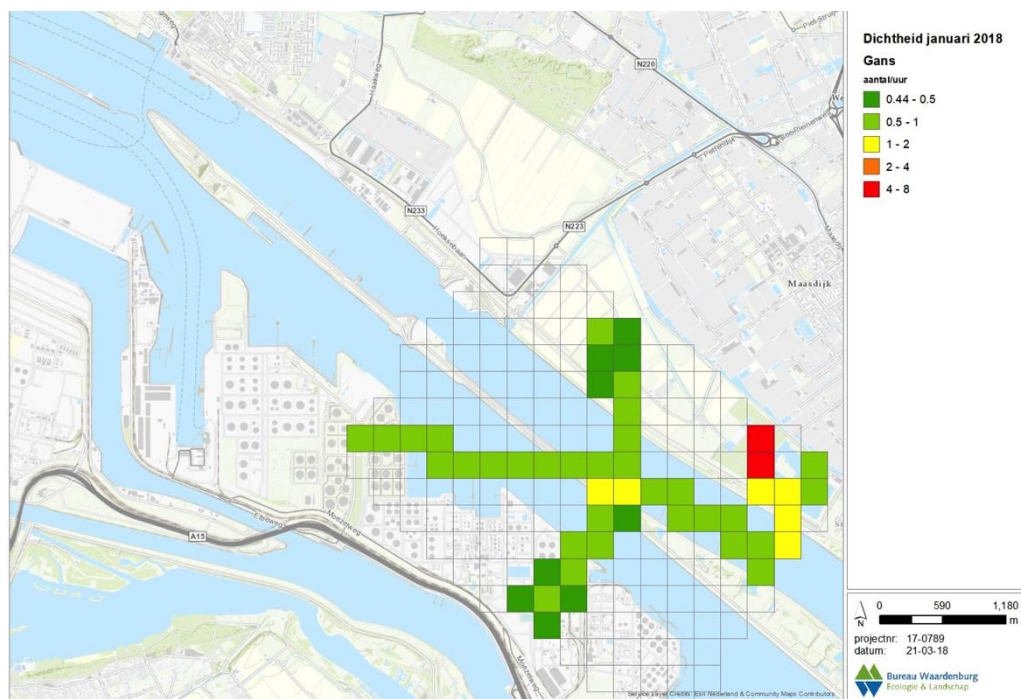


Figuur 6.3B Dichtheidskaart van eenden over het plangebied in januari 2018.

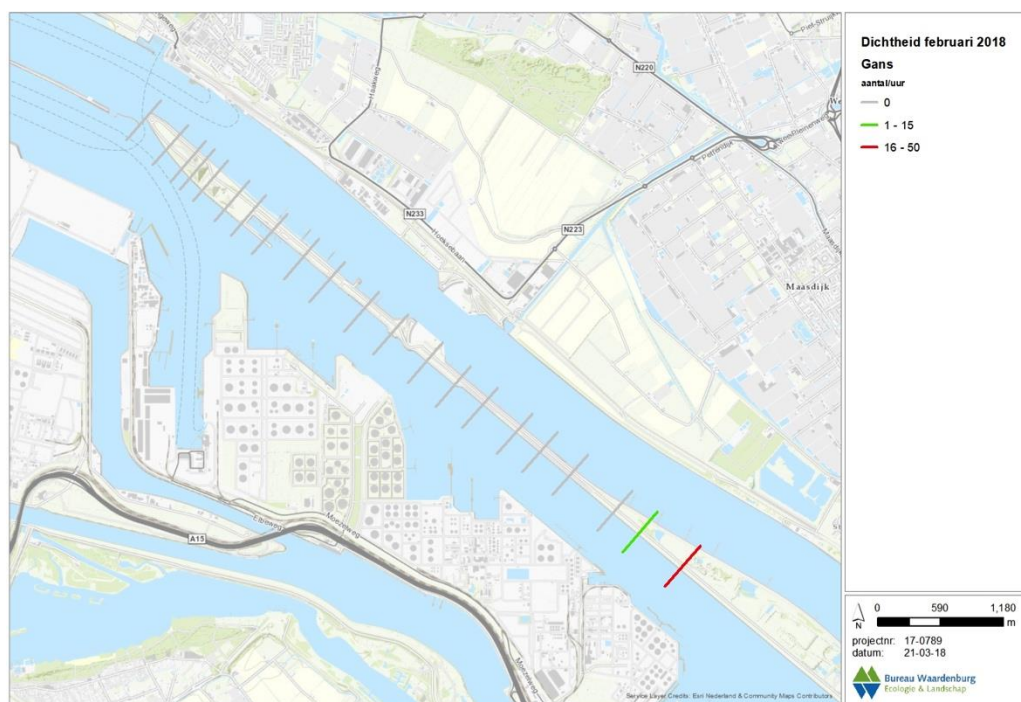


Figuur 6.3C Dichtheidskaart van eenden over het plangebied in februari 2018.

Ganzen zijn tijdens twee veldbezoeken waargenomen, in januari en februari 2018 (figuur 6.4A en B). Hierbij ging het om kleine aantallen in januari en enkele tientallen ganzen (grauwe gans en rotgans) in februari. Alle waarnemingen werden gedaan in het oostelijk deel van het windpark, nabij de meest oostelijke windturbines.

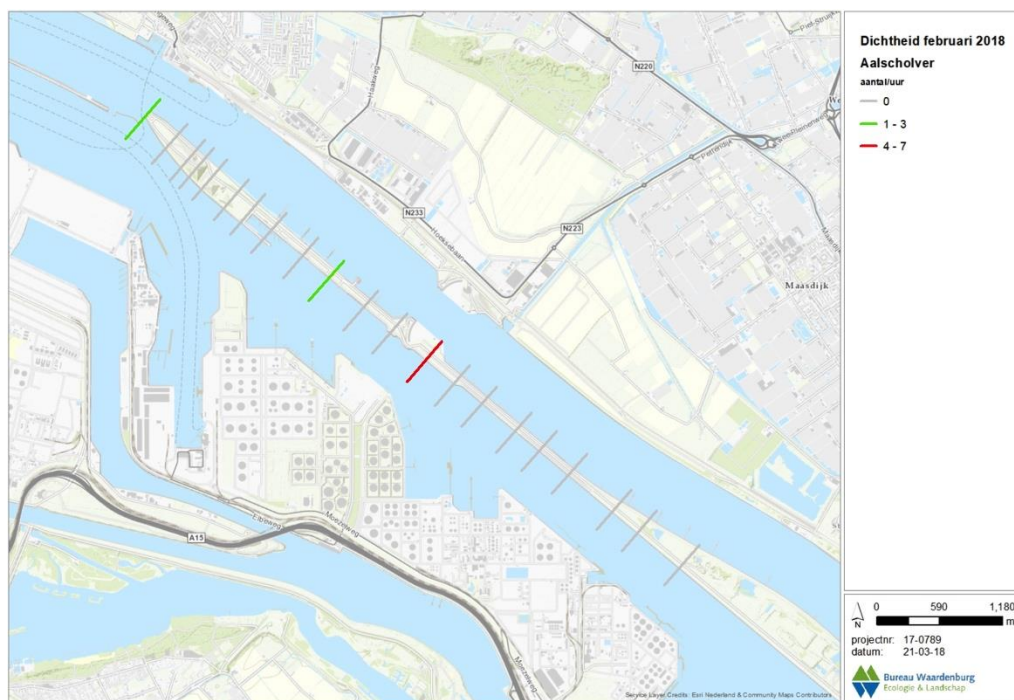


Figuur 6.4A Dichtheidskaart van ganzen over het plangebied in januari 2018.



Figuur 6.4B Dichtheidskaart van ganzen over het plangebied in februari 2018.

Er zijn alleen tijdens het veldbezoek in februari 2018 aalscholvers waargenomen. Het ging hierbij om kleine aantallen (1-7 ex.), waarbij de grootste groep (7 ex.) over de Maeslantkering het plangebied doorkruiste (figuur 6.5).



Figuur 6.5 Dichtheidskaart van aalscholvers over het plangebied in februari 2018.

6.2.2 Niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in relatie tot het plangebied

Aanwezigheid in en nabij het plangebied

Het plangebied en het aangrenzende water wordt door diverse vogelsoorten gebruikt waarvoor ook de Natura 2000-gebieden Voordelta en Haringvliet zijn aangewezen. Uit tabel 6.4 volgt dat de soorten aalscholver, grauwe gans, smient, wilde eend en wintertaling in de wintermaanden in relatief grote aantallen en meer dan incidenteel nabij het plangebied aanwezig zijn. Mogelijk dat exemplaren van deze soorten die buiten het broedseizoen of nabij het plangebied verblijven een binding hebben met de Natura 2000-gebieden. Dit wordt hieronder beschreven.

De exemplaren van deze soorten die nabij het plangebied worden gezien, worden alleen tot deze Natura 2000-gebieden gerekend als er duidelijk sprake is van binding tussen plangebied en Natura 2000-gebied. Hieronder wordt beargumenteerd waarom dit alleen voor grauwe gans niet kan worden uitgesloten.

Slaapplaatsen

De aalscholver heeft enkele slaapplaatsen in de wijde omgeving van het plangebied, namelijk in het Brielse Meer met ca. 1.400 ex. en het Quackjeswater met ca. 1.600 ex. (sovon.nl). Mogelijk dat de aalscholvers die nabij het plangebied aanwezig zijn (tabel 6.3) van deze slaapplaatsen gebruik maken of ergens in het havengebied slapen. Dagelijkse vliegbewegingen over het plangebied zijn waarschijnlijk. Aangezien voornoemde slaapplaatsen zich buiten de Natura 2000-gebieden Voordelta en

Haringvliet bevinden, is voor aalscholver met zekerheid geen sprake van binding met deze Natura 2000-gebieden.

Slaapplaatsen van lepelaar zijn (buiten het broedseizoen) aanwezig in het Quackjeswater (ca. 20 ex.), en in de Duinen van Goeree (enkele exemplaren). Omdat buiten het broedseizoen geen belangrijke foerageergebieden in of ten noorden van het plangebied aanwezig zijn voor lepelaars, vinden er dan geen of zeer weinig vliegbewegingen over het plangebied plaats. Aangezien voornoemde slaapplaatsen zich buiten de Natura 2000-gebieden Voordelta en Haringvliet bevinden, is voor aalscholver met zekerheid geen sprake van binding met deze Natura 2000-gebieden.

Op het Quackgors, nabij Hellevoetsluis op Voorne-Putten, bevindt zich een grote slaapplaats van ganzen met voornamelijk kolganzen (ca. 4.000 ex.), grauwe ganzen (ca. 600 ex.) en brandganzen (<150 ex.). Ook de Duinen van Goeree dienen voor de grauwe gans en brandgans als slaapplaats (ca. 600 respectievelijk ca. 3.000 ex.). Mogelijk dat de grauwe ganzen bij het plangebied (tabel 6.3) in een van deze (of andere slaapplaatsen op Voorne-Putten) slapen en daarbij dagelijks het plangebied passeren. De slaapplaats op het Quackgors maakt onderdeel uit van Natura 2000-gebied Haringvliet, dus mogelijk dat grauwe ganzen die over het plangebied vliegen binding hebben met Natura 2000-gebied Haringvliet. De aantallen passages zijn overigens gering vanwege de relatieve lage aantallen die in en nabij het plangebied worden geteld en de passages die tijdens het veldwerk zijn waargenomen.

De eendensoorten die overdag nabij het plangebied rusten, foerageren voornamelijk op het open water van de Nieuwe Waterweg of het Callandkanaal, mogelijk met uitzondering van wilde eend en smient die 's nachts ook binnendijs foerageren. Grotere concentraties bevinden zich op verder weg gelegen dagrustplaatsen (bijvoorbeeld de Westplaat in het Natura 2000-gebied Voordelta is van belang voor o.a. smient, wintertaling en krakeend). Hoewel het plangebied op een afstand van de Voordelta en Haringvliet ligt die binnen de actieradius van voornoemde soorten valt, zijn geen vliegbewegingen van deze eendensoorten vanuit deze gebieden over het plangebied te verwachten. Genoemde eendensoorten hebben in of in de directe nabijheid van het betreffende Natura 2000-gebied namelijk voldoende geschikte foerageer- en rustplaatsen, zodat zij niet of slechts incidenteel tot in het plangebied zullen komen. Bovendien liggen er ook geen belangrijke foerageer- of rustplaatsen voor deze soorten ten noorden of oosten van het plangebied, waardoor er geen frequente vliegbewegingen van genoemde eendensoorten over het plangebied zullen plaatsvinden vanuit het Natura 2000-gebied. Al met al gaat het dagelijks sowieso om een klein aantal passages van eenden over het plangebied heen (zie paragraaf 6.2.1). De getelde aantallen wintertalingen, smienten, wilde eenden en krakeenden in en nabij het plangebied hebben derhalve geen binding met de Natura 2000-gebieden Voordelta of Haringvliet.

6.3 Seizoenstrek

Veel vogels ondernemen jaarlijkse trek tussen broedgebieden in het noorden en de overwinteringsgebieden in het zuiden tijdens de jaarlijkse seizoenstrek (LWVT/Sovon 2002). In het algemeen vindt seizoenstrek plaats op hoogten boven de 150 meter, maar bij tegenwind kan de vlieghoogte van vogels op trek afnemen tot beneden de 100 meter (Buurma *et al.* 1986).

Al in de 80-er jaren is door Buurma & van Gasteren (1989) middels radaronderzoek vastgesteld dat tijdens de seizoenstrek in het **najaar** belangrijke aantallen vogels over de Eerste Maasvlakte trekken. Nabij Hoek van Holland zijn twee duidelijke trekstromen te onderscheiden: één parallel aan de kust naar het zuidwesten toe en één zeewaarts gericht in westelijke richting. Overdag vindt langs de kust veel stuwing plaats. Stuwing wordt omschreven als de reactie van trekkende vogels op het onderliggende landschap waarbij 'soortvreemde' landschappen die in de hoofdtrekrichting liggen worden gemeden (Tinbergen 1956, Alerstam 1990). De stroom vogels steekt bij Hoek van Holland de Nieuwe Waterweg over, waarna in de richting van de westpunt van Voorne wordt gevlogen. In de nacht is er minder stuwing, waarbij de trekstroom parallel aan de kustlijn enkele kilometers breed is (Spaans & van den Bergh 2001). Uit de studie van Buurma & van Gasteren (1989) kwam naar voren dat 's nachts in de zeewaarts gerichte trekstroom de vogeldichtheid ruim driemaal zo groot is als in de zuidwestwaarts gerichte trekstroom.

In het **voorjaar** is de vogeltrek in de regio Hoek van Holland een stuk minder intensief en zowel overdag als 's nachts is dan duidelijk minder sprake van gestuwde trek dan in het najaar. Vogels die in het voorjaar over Nederland naar het noord(oost)en trekken zijn minder geneigd de kustzone te volgen, maar vliegen in een breed front over het binnenland.

De gestuwde trek in het najaar is zo 'smal' dat er zelfs boven het plangebied van Windpark Landtong Rozenburg, al geen sprake meer is van gestuwde trek, maar van breed front trek. Over het plangebied vliegen de vogels dus tijdens beide vogeltrekperiodes (voor- en najaar) in een breed front.

7 Overige beschermde soorten in en nabij het plangebied

7.1 Flora

In en nabij het plangebied komen de rode/akkerogentroost en rood/blauw guichelheil voor, waarvan de akkerogentroost en blauw guichelheil beschermde soorten planten zijn (data NDFF, §3.3 Wnb Beschermingsregime andere soorten). Determinatie van beide soorten is onzeker, waardoor de kans bestaat dat het hier alsnog om de andere, niet beschermde soorten, gaat, welke met zekerheid voorkomen in het gebied (lees: rode ogentroost en rood guichelheil). Beide soorten zijn waargenomen ten noorden van het plangebied nabij de oostelijk te plaatsen nieuwe windturbines.

7.2 Amfibieën

In en nabij het plangebied komen de bruine kikker, gewone pad, kleine watersalamander en meerkikker voor, voornamelijk bij de plassen in het oostelijk deel van het plangebied (data NDFF). Voor deze algemene soorten verleent de provincie Zuid-Holland een vrijstelling bij ruimtelijke projecten.

7.3 Grondgebonden zoogdieren & zeezoogdieren

Het voorkomen van strikt beschermde soorten grondgebonden zoogdieren en zeezoogdieren in en nabij het plangebied kan met zekerheid uitgesloten worden, omdat geschikt leefgebied ontbreekt. In en nabij het plangebied komen wel de relatief algemene soorten bunzing, egel, haas, hermelijn, konijn, vos en gewone zeehond voor (data NDFF). Voor deze soorten, behalve gewone zeehond, verleent de provincie Zuid-Holland een vrijstelling bij ruimtelijke projecten.

De gewone zeehond is enkele keren waargenomen in de Nieuwe Waterweg aan de noordkant van de landtong, waarbij het om individuele dieren ging (data NDFF). Het plangebied zelf en de ruime omgeving bevat geen belangrijke foerageer- en/of rustgebieden voor de gewone zeehond. Het voorkomen van de gewone zeehond is derhalve als incidenteel te beschouwen.

7.4 Ongewervelden, vissen, reptielen

In het plangebied en de ruime omgeving van het plangebied zijn geen observaties van beschermde soorten ongewervelden, vissen en reptielen bekend (data NDFF). De landtong waarop de windturbines gepland zijn, biedt geen geschikt habitat voor beschermde soorten uit deze soortgroepen. Het voorkomen van beschermde soorten

ongewervelden, vissen en reptielen in en nabij het plangebied kan daarom met zekerheid uitgesloten worden.

7.5 Vleermuizen

In zomerhalfjaar 2018 is het plangebied onderzocht op de aanwezigheid van en het gebiedsgebruik door vleermuizen. De gegevens komen in november 2018 beschikbaar.

Voorliggende eerste inschatting is gebaseerd op verkenning van bestaande gegevens. Door Godijn (2017) wordt genoemd dat het oostelijke deel van het plangebied in ieder geval door de soorten gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en laatvlieger als foerageergebied wordt gebruikt. Mogelijk dat volgroeide bomen in het gehele plangebied paarverblijven van ruige dwergvleermuizen bevatten. Aan de overzijde van de Nieuwe Waterweg, langs de noordoever tussen de Maeslantkering en de Oranjeplassen, is in het voorjaar en nazomer van 2013 door Arcadis onderzoek verricht naar het gebiedsgebruik van vleermuizen. Het onderzoek heeft het voorkomen van ten minste zes soorten vleermuizen in dat onderzoeksgebied vastgesteld: watervleermuis, gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis en gewone grootoorvleermuis. In het onderzoeksgebied is seizoensmigratie van de ruige dwergvleermuis vastgesteld in de eerste helft van mei. Het betreft hier slechts een zeer kleine fractie van de Nederlandse populatie. Er is geen gestuwde najaarsmigratie van vleermuizen aangetoond. De bomenrij in het onderzoeksgebied aan de noordzijde van de Nieuwe Waterweg vormde een vaste vliegroute voor laatvlieger en rosse vleermuis en een als essentieel te beschouwen foerageergebied voor gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis en (in mindere mate) laatvlieger (Ohm 2014).

Nabij het plangebied op de landtong zijn slechts enkele waarnemingen bekend van vleermuizen, te weten gewone dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis, allen waargenomen in ten oosten van het plangebied (data NDFF).

Op basis van voornoemde onderzoeken en landschappelijke kenmerken van het plangebied (her en der lijnvormige opgaande begroeiing langs het water), kan op voorhand niet worden uitgesloten dat het plangebied van Windpark Landtong Rozenburg door vleermuizen als foerageergebied wordt gebruikt, waaronder soorten (gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, laatvlieger en rosse vleermuis) die in NW-Europa regelmatig als aanvaringsslachtoffer in windparken worden gevonden.

8 Effecten op vogels

In dit hoofdstuk wordt op basis van beschikbare kennis over voorkomen en gedrag een overzicht gegeven van de effecten op vogels als gevolg van de bouw en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg. De volgende effecten op vogels kunnen in theorie optreden (zie bijlage 3):

- Aantasting van nesten in de aanlegfase;
- Verstoring in de aanlegfase;
- Verstoring in de gebruiksfase;
- Sterfte in de gebruiksfase;
- Barrièrewerking in de gebruiksfase.

De aannames in de berekeningen zijn op zo'n manier gedaan dat in alle gevallen met zekerheid het *worst case scenario* is getoetst (zie hoofdstuk 5). De effecten zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd. Bij deze kwantificering moet echter in acht worden genomen dat, hoewel ze gebaseerd zijn op het meest recente onderzoek, de nodige aannames gedaan zijn en dat ruime marges realistisch zijn rondom de gepresenteerde aantallen. Dat betekent dat de aantallen in absolute zin niet 100% nauwkeurig zijn, maar wel zeer goed bruikbaar om een ordegrootte van effecten te geven.

8.1 Effecten in de aanlegfase

Tijdens de aanleg van het windpark zijn verschillende effecten op vogels mogelijk. Vogelaanvaringen zijn dan nog niet mogelijk, maar verstoring (als gevolg van geluid, beweging, slagschaduw, trillingen) kan wel optreden. Er moeten ontsluitingswegen worden aangelegd of verbreed, er wordt regelmatig heen en weer gereden met vrachtwagens en personenauto's, gewerkt met draglines en grote kranen, mogelijk worden funderingen voor de windturbines geheid, en in het veld wordt heen en weer gelopen door landmeters en bouwers. Zo kunnen bouwwerkzaamheden leiden tot de verstoring van vogels. Op beperkte schaal kunnen deze werkzaamheden ook (tijdelijk) habitatverlies opleveren voor vogels.

De versturende invloed op rustende en foeragerende vogels die uitgaat van de hiervoor genoemde activiteiten moet minstens zo groot worden ingeschat als die van de aanwezigheid van de windturbines, maar bestrijkt een groter gebied. Daar staat tegenover dat het een tijdelijke verstoring betreft, die alleen optreedt in de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd.

8.1.1 Effecten op broedvogels

De geplande ingreep vindt plaats buiten de begrenzing van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Het plangebied (en directe omgeving) vormt geen of nauwelijks geschikt broed- of foerageerhabitat voor broedvogelsoorten waarvoor de in de ruime omgeving van het plangebied gelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Bovendien zijn effecten in de aanlegfase, als deze al optreden, tijdelijk van aard. In de omgeving van het plangebied is voldoende alternatief leefgebied beschikbaar. Er is geen sprake van maatgevende verstoring: vogels zullen (de directe omgeving van) het plangebied niet verlaten zodat in dit geval ook geen verslechtering van de kwaliteit van het leefgebied optreedt. Negatieve effecten van de aanleg van het geplande windpark op broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn met zekerheid uit te sluiten.

In het plangebied zelf zijn geen nesten aanwezig van soorten waarvan het nest jaarrond beschermd is (zie paragraaf 6.1). In de ruime omgeving van het plangebied zijn jaarrond beschermde nesten van de buizerd en in aanwezige kraaiennesten potentieel ook ransuil aanwezig. Voor de bouw van de turbines en de aanleg van de toegangswegen worden geen bomen gekapt. Effecten op jaarrond beschermde nesten zijn uitgesloten.

Voor overige vogels die in het plangebied en omgeving broeden zijn effecten in de aanlegfase met gepaste preventieve maatregelen (bijvoorbeeld niet bouwen in het broedseizoen, zie hoofdstuk 12) goed te voorkomen.

Oeverwaluw

Met de toekomstige oeverwaluwwand nabij de meest oostelijk geplande windturbine, kan verstoring optreden tijdens de aanlegfase. Echter, wanneer er buiten het broedseizoen gebouwd wordt, is deze verstoring te voorkomen.

8.1.2 Effecten op niet-broedvogels

Het plangebied ligt naast één van de drukste waterwegen van het land, waar zowel overdag als 's nachts veel grote schepen varen. Door deze permanente verstoringfactor zijn de aantallen watervogels die het gebied nabij het plangebied als rustplaats gebruiken relatief laag. In het plangebied zijn in de verschillende alternatieven 8-13 windturbines gepland. Ten opzichte van het beschikbare areaal foerageergebied in de ruime omgeving van het plangebied gaat het hier om een beperkte en tijdelijke verstoring van het totale areaal aan beschikbaar potentieel foerageergebied in de ruime omgeving. Eenden en andere watervogels kunnen bij verstoring uitwijken naar andere delen nabij het plangebied en zodoende alternatieve foerageer- en rustgebieden benutten. Vogels zullen het plangebied en de directe omgeving hooguit tijdelijk verlaten, zodat er geen sprake is van maatgevende verstoring. Op basis van het voorgaande wordt geconcludeerd dat negatieve effecten op rustende of foeragerende niet-broedvogels als gevolg van de tijdelijke verstoring tijdens de aanlegfase zijn uitgesloten.

8.2 Aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase

8.2.1 Globaal overzicht van het aantal aanvaringsslachtoffers

Op basis van resultaten van slachtofferonderzoeken in bestaande windparken is voor Windpark Landtong Rozenburg een inschatting te maken van de totale jaarlijkse vogelsterfte als gevolg van aanvaringen met de windturbines. Gemiddeld vallen in Nederland en België in een windpark ongeveer 20 vogelslachtoffers per turbine per jaar (Winkelman 1989, 1992, Musters *et al.* 1996, Baptist 2005, Schaut *et al.* 2008, Everaert 2008, Krijgsveld *et al.* 2009, Krijgsveld & Beuker 2009, Beuker & Lensink 2010, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011, Verbeek *et al.* 2012, Klop & Brenninkmeijer 2014). Afhankelijk van onder andere het aanbod aan vogels en de intensiteit van vliegbewegingen in de omgeving van het windpark, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines, varieert dit aantal van minimaal een enkel tot maximaal enkele tientallen slachtoffers per turbine per jaar.

Rekening houdend met voornoemde factoren bedraagt het totale aantal slachtoffers voor Windpark Landtong Rozenburg, afhankelijk van het aantal windturbines, naar schatting tussen de 160 en de 260 slachtoffers per jaar (ca. 20 slachtoffers per turbine per jaar, deskundigenoordeel). Dit is inclusief seizoenstrekken en lokaal talrijke soorten, zoals meeuwen. Het hoogste aantal slachtoffers (ca. 260 exemplaren) valt in alternatief 100/100 (13 turbines), het laagste aantal (ca. 160 exemplaren) in alternatief 140/140 (8 turbines). In alle alternatieven gaat het grofweg om enkele honderden aanvaringsslachtoffers op jaarbasis. Gezien de onzekerheden in de berekeningen en aannames is het niet verantwoord tussen de alternatieven op dit aspect (totaal aantal aanvaringsslachtoffers vogels, alle soorten tezamen) een onderscheid aan te brengen.

Bovenstaande schatting van ordegrrootte aantal aanvaringsslachtoffers (enkele honderden exemplaren) voorziet niet in een verdeling van het aantal slachtoffers over verschillende soortgroepen. Wel kan op basis van het voorkomen van soorten in het plangebied, het gebiedsgebruik door deze soorten en beschikbare kennis over aanvaringskansen van verschillende soortgroepen, een inschatting gemaakt worden van de soorten die naar verwachting relatief vaak of juist minder vaak slachtoffer zullen worden van een grootschalig windpark in het plangebied.

Tijdens eerder slachtofferonderzoek in vergelijkbare habitats in Nederland zijn vooral eenden, meeuwen en zangvogels als aanvaringsslachtoffer gevonden (Krijgsveld & Beuker 2009, Krijgsveld *et al.* 2009, Beuker & Lensink 2010, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011, Verbeek *et al.* 2012, Klop & Brenninkmeijer 2014). Op basis van deze onderzoeken en de kennis over de vogelsoorten in en nabij het plangebied (zie hoofdstuk 6), is het te verwachten dat ook bij de geplande windturbines in het plangebied deze soortgroepen slachtoffer zullen worden van een aanvaring met de geplande windturbine. Eenden vooral in het winterhalfjaar, meeuwen vooral in het broedseizoen en zangvogels tijdens seizoenstrek in voor- en najaar. Hieronder worden per soortgroep de risico's beschreven.

8.2.2 Aanvaringsslachtoffers onder broedvogels

Van het totale aantal aanvaringsslachtoffers (160-260 exemplaren) die voor het windpark (alle alternatieven) op jaarbasis wordt geschat, zal een zeer beperkt aandeel lokale broedvogels betreffen, met uitzondering van meeuwen (zie hieronder). Voor het merendeel van de broedvogelsoorten in en nabij het plangebied gaat het op jaarbasis om niet voorzienbare incidenten, oftewel een toevallig slachtoffer in het gehele windpark gedurende de looptijd van het windpark (o.a. lokaal broedende zangvogels en roofvogels). Broedvogelsoorten waarvoor op jaarbasis één of meer slachtoffers vallen, zijn soorten die geregeld in de hogere luchtlagen verkeren, zoals meeuwen, spreeuw en zwaluwen, en soorten die in het donker foerageer- en of baltsvluchten maken, zoals wilde eend. Het gaat hierbij voor de meeste broedvogelsoorten om hooguit enkele aanvaringsslachtoffers op jaarbasis, met uitzondering van meeuwen, waarvoor enkele tientallen slachtoffers per soort op jaarbasis waarschijnlijk zijn. Dit geldt voor alle alternatieven.

Koloniebroeders – aalscholver, lepelaar, zwartkopmeeuw en sterns

Het plangebied wordt niet of nauwelijks gebruikt door broedvogelsoorten waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen en die ook uit die gebieden afkomstig zijn (zie hoofdstuk 4 en 6). Op basis hiervan is uitgesloten dat het plangebied door meer dan een kleine, zeer klein tot verwaarloosbaar deel van de betrokken populaties dagelijks gebruikt zal worden als vliegroute (aalscholver, lepelaar, zwartkopmeeuw en grote stern). Rekening houdend met de geringe fluxen van betrokken broedvogelsoorten, de sowieso geringe aanvaringskans voor een individuele vogel (zie bijlage 3) en vliegbewegingen die voor de genoemde soorten merendeels bij daglicht plaatsvinden (wanneer de windturbines goed zichtbaar zijn) en vaak beneden rotorhoogte, is uit te sluiten dat voor aalscholver, lepelaar, zwartkopmeeuw en grote stern sprake is van voorzienbare sterfte, uitzonderlijke incidenten daargelaten. Hetzelfde geldt voor de visdief die op de Maasvlakte broedt en vooral in de Voordelta en op de Noordzee foerageert. Dit geldt voor alle alternatieven.

Koloniebroeders - meeuwen

Het havengebied wordt als broedplaats gebruikt door meeuwensoorten zoals de **kleine mantelmeeuw** en **zilvermeeuw**. Zoals in hoofdstuk 6 beschreven gaat het bij deze twee meeuwensoorten om grote aantallen broedparen in de directe omgeving van het plangebied. Doordat meeuwen geregeld in de hogere luchtlagen verkeren en voor voedsel voor de jongen heen en weer pendelen, waarbij ze dagelijks in grote aantallen het plangebied passeren (zie hoofdstuk 6), is een modelberekening gemaakt (Flux Collision Model, zie bijlage 6 en Kleyheeg-Hartman *et al.* 2018) om het totaal aantal aanvaringsslachtoffers dat op jaarbasis te berekenen. In hoofdstuk 5 zijn de aannames en invoergegevens beschreven die in het model gebruikt zijn. Tabel 8.1 laat zien dat het om enkele tot ruim een tiental slachtoffers gaat per soort en alternatief. De aantallen in de toekomstige situatie zijn overigens in ordegrrootte vergelijkbaar met of zelfs lager dan de huidige situatie. Alternatief 140/140 resulteert in beduidend lagere aantallen slachtoffers ten opzichte van alternatieven 100/100 en 120/120. Gezien de grote hoeveelheid aannames in de berekeningen is het niet verantwoord om op basis van de

geringe verschillen in de voorspelde aantallen slachtoffers tussen de twee laatstgenoemde alternatieven onderscheid te maken. In hoofdstuk 10 wordt beoordeeld of deze slachtofferaantallen in het kader van de Wnb gevolgen heeft voor de uiteindelijke effectbeoordeling van de verschillende alternatieven.

Tabel 8.1 Het jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers van een selectie van broedvogels in de gebruiksfase van Windpark Landtong Rozenburg (huidige situatie & de drie alternatieven).

Soort	Huidig	Alt. 100/100	Alt. 120/120	Alt. 140/140
Kleine mantelmeeuw	11	12	8	2
Zilvermeeuw	20	15	11	4

Koloniebroeders - oeverwaluw

Naast de meeuwen broeden er ook oeverzwaluwen in het plangebied. In de toekomst wordt de bestaande steilwand verplaatst naar het westen. Hierbij komt de wand dichtbij de meest oostelijke windturbine te liggen (dit geldt voor alle alternatieven). Hierdoor ontstaat een groter risico op aanvaringsslachtoffers. De exacte locatie en vormgeving van deze steilwand is nog niet bekend. Neem, ter illustratie, een wand met 250 gaten binnen 25 meter van de windturbine, waarvan alle gaten tijdens het broedseizoen bezet zijn. Een oeverwaluw heeft in het broedseizoen ongeveer 2 legfels van gemiddeld 4 eieren. Dit betekent dat er tijdens het broedseizoen sowieso zo'n 500 oeverzwaluwen rond de steilwand af en aan vliegen. Na het uitvliegen van de jongen (ongeveer 2x per broedseizoen) kunnen er dan tot 1.500 oeverzwaluwen rond de steilwand aanwezig zijn, waarbij de net uitgevlogen jongen nog niet geoefend zijn in het vliegen en makkelijker slachtoffer kunnen worden bij de meest oostelijke windturbine. Overigens vliegt waarschijnlijk maar een beperkt deel op rotorhoogte, aangezien de meeste oeverzwaluwen vooral relatief laag boven water foerageren. Uitgaande van bovenstaande situatie maar ook rekening houdend met een aanvaringskans die per individuele vogel uiterst gering is (zie bijlage 3), kunnen bij de steilwand per broedseizoen enkele tot een tiental oeverzwaluwen aanvaringsslachtoffer worden van de meest oostelijk geplande windturbine (dit geldt voor alle alternatieven). Omdat oeverzwaluwen overdag actief zijn en zichtjagers zijn, zullen bij de andere windturbines, die op minimaal honderden meters afstand staan, weinig tot geen slachtoffers vallen. Op jaarbasis dient rekening te worden gehouden met aanvullend nog een enkel slachtoffer onder oeverzwaluwen in het gehele windpark bij de andere windturbines. Dit geldt voor alle alternatieven.

8.2.3 Aanvaringsslachtoffers onder niet-broedvogels

Van het totale aantal aanvaringsslachtoffers die voor het windpark op jaarbasis wordt geschat, zal een beperkt aandeel lokaal verblijvende niet-broedvogels betreffen. De bulk van de slachtoffers betreft vogels op seizoenstrek die geen binding met het plangebied hebben (zie volgende paragraaf). Voor het merendeel van de niet-broedvogelsoorten in en nabij het plangebied gaat het op jaarbasis om niet voorzienbare incidenten, oftewel een toevallig slachtoffer in het gehele windpark gedurende de looptijd van het windpark (o.a. kievit en scholekster). Niet-

broedvogelsoorten waarvoor op jaarbasis één of meerdere slachtoffers vallen, zijn soorten die overdag geregeld in hogere luchtlagen verkeren, zoals meeuwen, en soorten die in het donker foerageer- en slaaptrekvluchten maken, zoals smient en wilde eend. Van een selectie van soorten, waarvan bekend is dat ze het plangebied tijdens dagelijkse slaaptrekvluchten passeren (en/of een binding hebben met nabijgelegen Natura 2000-gebieden) is een ordegrootte van het jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers berekend met behulp van het Flux Collision Model (zie bijlage 6 en Kleyheeg-Hartman *et al.* 2018). Het gaat hierbij per soort om hooguit enkele aanvaringsslachtoffers per jaar (tabel 8.2). Gezien de grote hoeveelheid aannames in de berekeningen is het niet verantwoord om op basis van de geringe verschillen in de voorspelde aantallen slachtoffers onderscheid te maken tussen de alternatieven. In hoofdstuk 10 wordt beoordeeld of dit in het kader van de Wnb gevolgen heeft voor de uiteindelijke effectbeoordeling van de verschillende alternatieven.

Tabel 8.2 Het jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers van een selectie van niet-broedvogels in de gebruiksfase van Windpark Landtong Rozenburg (huidige situatie & de drie alternatieven).

Soort	Huidig	Alt. 100/100	Alt. 120/120	Alt. 140/140
Grauwe gans	0	0	0	0
Kievit	0	0	0	0
Knobbelzwaan	< 1	1	< 1	< 1
Kokmeeuw	< 1	< 1	< 1	0
Krakeend	< 1	< 1	< 1	0
Scholekster	0	< 1	< 1	0
Smient	< 1	< 1	< 1	0
Wilde eend	0	0	0	0
Zilvermeeuw	16	16	12	5

8.2.4 Aanvaringsslachtoffers onder seizoenstrekken

Seizoenstrek vindt over het algemeen op grote hoogte plaats waardoor het aanvaringsrisico voor vogels op seizoenstrek met de windturbine dan relatief laag is. Bepaalde weersomstandigheden, zoals sterke tegenwind of mist, kunnen er wel voor zorgen dat de vlieghoogte van deze vogels afneemt, waardoor het risico op een aanvaring toeneemt. Vanwege het relatief grote aantal vogels dat tijdens seizoenstrek het plangebied passeert, zullen tijdens dergelijke risicovolle omstandigheden meerdere vogels met de windturbines kunnen botsen, vooral in het donker wanneer de windturbines minder goed zichtbaar is.

Op jaarbasis vallen naar schatting 160-260 aanvaringsslachtoffers onder vogels. Het overgrote deel van deze slachtoffers zal vallen onder vogels tijdens hun seizoenstrek. Het gaat hierbij om tientallen soorten, op basis van deskundigenoordeel en gegevens gepubliceerd op de website trektellen.nl trekken jaarlijks minimaal vele tientallen soorten over het plangebied. Voor algemene soorten, die in zeer grote aantallen het plangebied passeren, zoals lijsters, roodborst en spreeuw, kunnen op jaarbasis per soort enkele tientallen individuen slachtoffer worden van een aanvaring met de geplande windturbines. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend. Voor schaarse

soorten, die in kleine aantallen het plangebied passeren, zoals roerdomp, kwartel en ransuil, gaat het om niet voorzienbare incidenten, oftewel een toevallig slachtoffer in het gehele windpark gedurende de looptijd van het windpark. Dit geldt voor alle alternatieven.

8.3 Verstoring in de gebruiksfase

Ten gevolge van het geluid, de beweging en/of de fysieke aanwezigheid van (draaiende) windturbines kunnen vogels verstoord worden. Door de verstorende werking is het leefgebied in de directe omgeving van windturbines minder geschikt. Hierdoor kunnen vogels een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark verlaten. De verstoringssafstand verschilt per soort, ook de mate waarin vogels verstoord worden verschilt tussen soorten. Dergelijke effecten zijn met name aangetoond voor rustende vogels, maar ook voor foeragerende watervogels (zie bijlage 3).

8.3.1 Verstoring van broedvogels

Uit onderzoek is gebleken dat windturbines in het algemeen slechts in beperkte mate een verstorende invloed hebben op vogels die broeden (bijlage 3). Bij veel soorten zijn in het geheel geen verstoringseffecten in de broedperiode aangetoond, en waar dat wel het geval is zijn de effectafstanden geringer dan die buiten de broedperiode. Doordat vogels doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner. Verstoring van broedvogelsoorten (o.a. diverse zangvogelsoorten, zie hoofdstuk 6) is, vanwege de geringe verstoringssafstanden van windturbines (veelal 50 m of minder, maximaal 200 m, zie bijlage 3), met uitzondering van de oeverzwaluw, in geen van de onderzochte alternatieven van Windpark Landtong Rozenburg aan de orde.

Voor de oeverzwaluw kan echter wel sprake zijn van verstoring, uitgaande van de nieuw aan te leggen steilwand. Dit hangt echter af van de exacte locatie van deze wand, de aangegeven locatie ligt deels binnen 50 m van de windturbine (zie figuur 2.3). In hoofdstuk 10 wordt in het kader van de Wnb beoordeeld of dit van wezenlijke invloed kan zijn op de staat van instandhouding van de oeverzwaluw.

8.3.2 Verstoring niet-broedvogels

Diverse soorten watervogels (eenden, steltlopers) kunnen met beperkte aantallen in het plangebied foerageren. Uitgaande van een verstoringssafstand van maximaal 150 meter voor steltlopers (kievit en scholekster) en eenden (bijlage 3) wordt een beperkt deel van het foerageergebied minder geschikt. Binnen de foerageerafstand van deze soorten (voor de meeste soorten 5 km of meer; van der Vliet *et al.* 2011) is dit echter een verwaarloosbare oppervlakte en zijn alternatieve rust- en foerageergebieden ruim voorhanden. De maatgevende verstoring is nul. Dit geldt voor alle alternatieven, deze zijn niet onderscheiden voor dit aspect. Overigens staan in het plangebied al tien windturbines, waardoor per saldo een toename van het verstoringseffect sowieso nihil is.

8.4 Barrièrewerking in de gebruiksfase

In algemene zin is er sprake van een effectieve barrière als vogels door een windpark hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken of dergelijke gebieden in belangrijke mate minder functioneel worden. Voor Windpark Landtong Rozenburg geldt in alle alternatieven dat noord-zuid verplaatsingen en west-oost verplaatsingen van vogels zowel om de windturbines als tussen de windturbines door kunnen plaatsvinden. Bij dergelijke relatief korte lijnopstellingen is het voor vogels vrij eenvoudig om om het volledige windpark heen te vliegen. De ruimte tussen de geplande windturbines is bij alle alternatieven vrij groot (ca. 400-700 m), waardoor vogels ook gemakkelijk tussen de windturbines door kunnen vliegen. Dit laatste is regelmatig waargenomen in windparken met kleinere tussenruimtes tussen de windturbines dan in Windpark Landtong Rozenburg (o.a. Fijn *et al.* 2007 en Verbeek *et al.* 2012 ten aanzien van ganzen en kleine zwaan en Prinsen *et al.* 2013 ten aanzien van lepelaar en meeuwen). De foerageervluchten van aalscholver, ganzen, eenden en meeuwen kunnen bovendien vele kilometers lang zijn en de extra inspanning voor het eventuele omvliegen vallen in het niet bij de energetische kosten van de normale dagelijkse foerageer- en slaapvluchten. Er is geen sprake van barrièrewerking waarin foerageergebieden of slaapplekken onbereikbaar worden, dit geldt voor alle alternatieven.

9 Effectbeoordeling Natura 2000-gebieden

In dit hoofdstuk wordt besproken of, in het kader van de Wnb (onderdeel gebiedenbescherming), door Windpark Landtong Rozenburg significant negatieve effecten kunnen optreden op Natura 2000-gebieden. In §5.2.3 is het begrip significantie al nader toegelicht.

In hoofdstuk 4 is beargumenteerd welke broed- en niet-broedvogelsoorten uit de nabijgelegen Natura 2000-gebieden Solleveld & Kapittelduinen, Voornes Duin, Voordelta, Oude Maas, Haringvliet en Duinen Goeree & Kwade Hoek een binding hebben met het plangebied of het plangebied regelmatig passeren. De effecten (verstoring en/of verslechtering) op deze vogelsoorten zijn beschreven in hoofdstuk 8 en worden hieronder in het kader van de Wnb beoordeeld. De overige soorten of habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden in de ruime omgeving van het plangebied zijn opgesteld hebben geen relatie met het plangebied en ondervinden in geen geval effecten (verstoring en/of verslechtering) van de aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg (zie hoofdstuk 4).

In §9.1 t/m 9.6 worden de effecten van Windpark Landtong Rozenburg in eerste instantie op zichzelf beoordeeld en vervolgens ook in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten beoordeeld.

9.1 Beoordeling van effecten op habitattypen

Er vinden geen werkzaamheden plaats binnen de grenzen van een Natura 2000-gebied en er is geen sprake van relevante emissie van schadelijke stoffen naar lucht, water en/of bodem of van verandering in grond- en oppervlaktewateren. Verslechtering van de kwaliteit van natuurlijke habitats in nabijgelegen Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg is met zekerheid uitgesloten.

9.2 Beoordeling van effecten op soorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn

De nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor soorten van Bijlage II van de Habitatrichtlijn. Geen van deze soorten heeft binding met het plangebied (zie hoofdstuk 4). Er bestaat voor deze soorten geen relatie met het plangebied en verslechtering van de kwaliteit van het natuurlijke habitat van deze soorten in deze Natura 2000-gebieden als gevolg van de bouw en het gebruik van het windpark zijn op voorhand met zekerheid uit te sluiten.

9.3 Beoordeling van effecten op broedvogels

Van de broedvogelsoorten waarvoor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, heeft geen enkele broedvogelsoort een binding met het plangebied (hoofdstuk 6). Ook is in hoofdstuk 6 beschreven dat het aantal vliegbewegingen van betrokken soorten (aalscholver, lepelaar, zwartkopmeeuw en grote stern, zie hoofdstuk 4) gering zijn. In hoofdstuk 8 is bepaald dat dit niet tot voorzienbare slachtoffers leidt. Er bestaat voor deze soorten dus geen relatie met het plangebied en verslechtering van de kwaliteit van het natuurlijke habitat van deze soorten is niet aan de orde. Significante verstoringen (inclusief sterfte) van de aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg op de broedpopulaties van broedvogelsoorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen zijn met zekerheid uit te sluiten.

9.4 Beoordeling van effecten op niet-broedvogels

Van de niet-broedvogelsoorten waarvoor de Natura 2000-gebieden Voordelta en Haringvliet zijn aangewezen, heeft alleen de grauwe gans mogelijk een binding met het plangebied of passeert het plangebied met enige regelmaat (hoofdstuk 4 & 6).

Aanlegfase

In de aanlegfase is maatgevende verstoring (effect op draagkracht van het gebied) uitgesloten. In de aanlegfase zullen de verstoringen voor deze soort slechts tijdelijk van aard en beperkt van omvang zijn en is er in de (ruime) omgeving van het plangebied voldoende alternatief foerageergebied beschikbaar waar de tijdelijk verstoorde ganzen gebruik van kunnen maken. Significante verstoringen van de aanleg van Windpark Landtong Rozenburg op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van niet-broedvogels in de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uitgesloten.

Gebruiksfase

In §8.2.3 is voor de gebruiksfase een overzicht gepresenteerd van de berekende aantallen **aanvaringsslachtoffers** van soorten die een binding hebben met het plangebied van Windpark Landtong Rozenburg of het plangebied regelmatig passeren. Voor grauwe gans is bepaald dat dit niet tot voorzienbare slachtoffers leidt. Significante verstoringen (inclusief sterfte) van Windpark Landtong Rozenburg op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van niet-broedvogels van de Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn met zekerheid uit te sluiten.

Door **verstoring** in de gebruiksfase van het windpark kan een afname plaatsvinden van de foerageermogelijkheden voor grauwe ganzen (zie hoofdstuk 8). Windturbines kunnen tot op ruim 400 m afstand een verstoring hebben op niet-broedvogels (zie bijlage 3). In theorie betekent dit dat delen van in potentie geschikt foerageergebied nabij de windturbines door vogels minder worden gebruikt of deels zal worden gemeden. In de praktijk wordt maar een beperkt deel van het foerageergebied minder geschikt. Binnen de foerageerafstand van de grauwe gans (maximaal 30 km) is dit

echter een verwaarloosbare oppervlakte. De maatgevende verstoring is nul. Dit geldt voor alle alternatieven, deze zijn niet onderscheidend voor dit aspect. Significant versturende effecten van het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg op de populaties niet-broedvogels waarvoor doelen zijn opgesteld voor de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

In het geplande windpark bestaan voldoende mogelijkheden voor vogels om uit te wijken (bijvoorbeeld grote ruimte tussen de windturbines of vanwege de relatief korte lijnopstelling ook makkelijk omvliegen) zonder dat dit tot grote energetische verliezen leidt (hoofdstuk 8). Negatieve effecten op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van barrièrewerking zijn daarom uitgesloten, foerageer- of rustgebieden blijven goed bereikbaar.

9.5 Cumulatieve effecten

Er zijn geen effecten op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Een cumulatiestudie is derhalve niet aan de orde.

9.6 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebieden

De realisatie van Windpark Landtong Rozenburg heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen (hoofdstuk 4). Voor de resterende soorten (4 broedvogelsoorten en 10 niet-broedvogelsoorten, zie hoofdstuk 4) is in hoofdstuk 6 en 8 onderzocht of deze soorten effecten (verstoring of additionele sterfte) van het windpark ondervinden. In voorliggend hoofdstuk is geconcludeerd dat het totaaleffect van Windpark Landtong Rozenburg verwaarloosbaar klein is. Voor alle soorten broedvogels en niet-broedvogels zijn significant versturende effecten (inclusief sterfte), met zekerheid uit te sluiten (zie tabel 9.2). Dit geldt voor alle alternatieven.

Tabel 9.2 Samenvatting van de effectbeoordeling in het kader van de Wnb (onderdeel gebiedenbescherming) van de realisatie van Windpark Landtong Rozenburg. Het betreft een selectie vogelsoorten waarvoor op voorhand effecten niet waren uitgesloten (zie hoofdstuk 4 voor afbakening). De beoordelingen representeren het

totaaleffect op de populaties van soorten waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen.

Instandhoudingsdoelstelling	Komt de soort in het gebied geregeld overvliegend voor?	Is het gebied mogelijk een leefgebied voor de soort?	Is het gebied mogelijk een overvliegend gebied voor de soort?	Is het gebied mogelijk een leefgebied voor de soort?	Is het gebied mogelijk een overvliegend gebied voor de soort?
Broedvogels Natura 2000-gebied Voornes Duin					
A017 Aalscholver	Ja, foerageert in de omgeving; vliegende vogels van de natuur	Nee	Nee	Nee	Nee
A034 Lepelaar	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
Broedvogels Natura 2000-gebied Haringvliet					
A176 Zwartkopmeeuw	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A191 Grote Stern	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
Niet-broedvogels Natura 2000-gebied Voordelta					
A017 Aalscholver	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A034 Lepelaar	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A043 Grauwelgans	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A050 Smient	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A052 Wintertaling	Nee, geen vliegroutes, naar foerageert wel dicht bij het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
Niet-broedvogels Natura 2000-gebied Haringvliet					
A017 Aalscholver	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A034 Lepelaar	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A041 Kolgans	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A043 Grauwelgans	Ja, foerageert in de omgeving; vliegende vogels van de natuur	Nee	Nee	Nee	Nee
A045 Brandgans	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A053 Wilde eend	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
A061 Kuifeend	Nee, vliegt niet door het gebied	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt

10 Effectbeoordeling beschermde soorten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beoordeling van de effecten van de drie alternatieven op soorten die beschermd zijn in het kader van de Wnb (soortenbescherming). De aanwezigheid van beschermde soorten is beschreven in hoofdstuk 7. De effecten op vogels zijn beschreven in hoofdstuk 8.

De werkzaamheden kunnen omschreven worden als een ingreep in het kader van ruimtelijke ontwikkeling. Er bestaat geen door de minister goedgekeurde gedragscode voor deze werkzaamheden. Voor het uitvoeren van de werkzaamheden geldt voor het overtreden van verbodsbepalingen in het kader van de Wnb een vrijstelling van in artikel 3.10 genoemde 'overige' soorten (zie bijlage 1). Alleen voor de gewone zeehond geldt deze vrijstelling niet, maar het voorkomen nabij het plangebied kan als incidenteel worden beschouwd.

10.1 Vogels

10.1.1 Aanlegfase

In het plangebied van Windpark Landtong Rozenburg broeden verschillende soorten vogels (zie hoofdstuk 6). Bouwwerkzaamheden in het kader van de aanleg van het windpark kunnen leiden tot verstoring van in gebruik zijnde nesten van vogels en de vernietiging van hun jongen en/of eieren. Hiermee kunnen verbodsbepalingen genoemd in Art. 3.1 lid 2, 4 en 5 Wnb overtreden worden. Tijdens de werkzaamheden en de voorbereiding daarvan dient vernietiging / verstoring van nesten die in gebruik zijn door vogels voorkomen te worden. Dit kan bijvoorbeeld preventief door bomen en struiken buiten het broedseizoen te verwijderen en/of ruigten voortijdig te maaien. Het rooien van beplanting, maaien van ruigte of uitvoeren van bouwwerkzaamheden binnen het broedseizoen is mogelijk indien is vastgesteld dat met deze werkzaamheden geen nesten van vogels worden vernietigd / verstoord. Bij aanwezigheid van nesten dient te worden bepaald of de werkzaamheden van dien aard zijn dat ze tijdelijk moeten worden uitgesteld. Voor het broedseizoen kan geen standaardperiode worden aangegeven. Het broedseizoen verschilt namelijk per soort. Globaal moet rekening gehouden worden met de periode maart tot half augustus.

In het plangebied zelf broedden in recente jaren geen vogelsoorten waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn (hoofdstuk 6). Vooralsnog is niet voorzien in kap van bomen ten behoeve van de realisatie van windturbines. Mocht dit wel nodig zijn, dan zullen voor de aanvang van de kapwerkzaamheden de bomen nogmaals gecontroleerd worden op de aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten. Wanneer dan een jaarrond beschermd nest wordt aangetroffen in (of nabij) een te kappen boom is ontheffing van verbodsbepalingen zoals genoemd in artikel 3.1 van de Wnb nodig. Dit geldt voor alle alternatieven.

10.1.2 Gebruiksfase

Aantallen aanvaringsslachtoffers

Op jaarbasis vallen naar schatting 160-260 aanvaringsslachtoffers onder vogels (alle soorten tezamen). In alle alternatieven gaat het grofweg om enkele honderden aanvaringsslachtoffers op jaarbasis. Gezien de onzekerheden in de modelberekeningen en aannames is het niet verantwoord een onderscheid te maken tussen de alternatieven op dit aspect (totaal aantal aanvaringsslachtoffers vogels, alle vogels tezamen).

Voor lokaal verblijvende soorten worden jaarlijks een enkel (knobbelzwaan), een tiental (kleine mantelmeeuw en oeverwaluw) tot enkele tientallen (zilverbmeeuw) aanvaringsslachtoffers per soort verwacht. Het gaat hierbij om soorten die in grote aantallen in het plangebied aanwezig zijn, die geregeld in de hogere luchtlagen verkeren en/of die in het donker foerageer- en/of baltsvluchten maken. In het broedseizoen betreft dit kleine mantelmeeuw, zilverbmeeuw en oeverwaluw. In het winterhalfjaar betreft dit bijvoorbeeld knobbelzwaan en zilverbmeeuw (hoofdstuk 8). Gezien de grote hoeveelheid aannames in de berekeningen is het niet verantwoord om op basis van de geringe verschillen in de voorspelde aantallen slachtoffers onderscheid te maken tussen de alternatieven. Alternatief 140/140 resulteert wel in een lager aantal slachtoffers onder alle broed- en niet-broedvogelsoorten ten opzichte van de andere alternatieven. De aantallen slachtoffers onder andere lokaal verblijvende soorten zijn verwaarloosbaar klein (o.a. krakeend, smient, kokmeeuw en scholekster) of niet voorzienbaar (hoofdstuk 8). De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Tenslotte worden onder vogelsoorten die in zeer grote aantallen passeren tijdens de seizoenstrek (o.a. merel, zanglijster, koperwiek, kramsvogels, roodborst en spreeuw, maar daarnaast nog vele tientallen andere soorten) per soort maximaal enkele tientallen slachtoffers verwacht. Voor schaarse soorten, die in kleine aantallen het plangebied passeren, zoals roerdomp en kwartel, zijn aanvaringsslachtoffers niet voorzienbaar, uiterste incidenten daargelaten. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Effecten op de gunstige staat van instandhouding

Voor alle soorten waarvoor de sterfte als gevolg van het windpark voorzienbaar is, dient in het kader van de Wnb een ontheffing van verbodsbepalingen in artikel 3.1 lid 1 te worden aangevraagd. In de aanvraag moet o.a. worden onderbouwd voor welke soorten ontheffing wordt gevraagd, om welke aantallen slachtoffers het per soort gaat en of deze voorzienbare aantallen de gunstige staat van instandhouding (GSI) van betrokken soorten niet aantasten. Dit is onderdeel van de vervolgfase(n), maar volledigheidshalve wordt hieronder een doorkijk gegeven.

De *landelijke* populaties van alle voornoemde soorten broedvogels, niet-broedvogels of seizoentrekken bestaan uit vele tienduizenden tot honderdduizenden individuen of meer, waardoor de gunstige staat van instandhouding niet in het geding zal zijn. Voor alle betrokken soorten gaat het om minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de relevante populatie (zie hoofdstuk 4). Bij deze beoordeling is tevens rekening

gehouden met de huidige staat van instandhouding. Een ontheffing kan derhalve verleend worden. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Voor de broedvogelsoorten kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw is het daarnaast ecologisch zinvol om te toetsen aan een regionale populatie, omdat deze voor beide soorten goed is af te bakenen, namelijk de populatie in de Delta. In tabel 10.1 zijn deze populaties weergegeven als aantal individuen (broedparen *2) en bijbehorende 1%-mortaliteitsnormen.

Voor beide meeuwensoorten geldt voor alle alternatieven dat de berekende aantallen aanvaringsslachtoffers beneden de 1%-mortaliteitsnorm liggen. Dit betekent dat de additionele sterfte veroorzaakt door Windpark Landtong Rozenburg op zichzelf gezien kan worden als een kleine hoeveelheid die niet zal leiden tot een negatief effect op de GSI van de regionale populatie.

Tabel 10.1 Te voorzien aantal aanvaringsslachtoffers voor kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw met de bijbehorende 1%-mortaliteitsnorm van de totale regionale populatie van de betrokken soorten in het Deltagebied (seizoenen 2012-2016, Strucker/Arts et al. in serie). De aantallen zijn vermenigvuldigd met 2 (aantal individuen in plaats van het aantal paren) om een minimale populatiegrootte te bepalen.

Soort	Populatie- grootte totale Delta	1%- mortaliteits- norm	Sterfte in Windpark Landtong Rozenburg		
			100/100	120/120	140/140
kleine mantelmeeuw	84.678	74	12	8	2
zilvermeeuw	34.130	41	15	11	4

Verstoring

Voor alle broedvogels geldt dat de (zeer) beperkte verstoringseffecten in de gebruiksfase van het windpark de gunstige staat van instandhouding van landelijk algemene(re) broedvogelsoorten niet zullen beïnvloeden. Dit geldt ook voor de oeverzwaluw, waarbij wel de kanttekening wordt gemaakt dat gebruik van de meest oostelijke windturbine (in alle drie alternatieven) er toe kan leiden dat de toekomstige steilwand nabij deze turbine niet (meer) gebruikt wordt door de zwaluwen. Aangezien de staat van instandhouding van de oeverzwaluw als gunstig is gekwalificeerd en oeverzwaluwen sowieso niet plaatstrouw zijn qua broedlocatie, en dus mogelijk zullen uitwijken naar elders, vormt dit mogelijke verstoringseffect geen overtreding van verbodsbepalingen uit de Wnb.

10.2 Vleermuizen

Verblijfplaatsen

Binnen of nabij het plangebied vormen bebouwing en eventueel bomen mogelijk geschikte verblijfplaatsen. Kap van bomen of sloop van gebouwen is voor zover nu bekend niet aan de orde voor het opschalen van het windpark, zodat effecten op verblijfplaatsen zijn uit te sluiten.

Essentiele vliegroutes

De aanwezigheid van windturbines vormt voor de vleermuizen op de landtong geen belangrijke belemmering omdat vliegroutes boven en rondom bomenrijen en andere opgaande begroeiing niet worden doorsneden. Effecten op de functionaliteit van het plangebied als foerageergebied of vliegroute zijn daarom niet aan de orde.

Aanvaringsslachtoffers

Wel kan sprake zijn van een toename van het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen ten opzichte van de huidige situatie, dit in afhankelijkheid van het type en de precieze locatie van de geplande windturbines. Dit wordt nader onderzocht en beoordeeld nadat de onderzoeksgegevens van veldonderzoek 2018 en metingen vanuit de gondel beschikbaar zijn (PM november 2018).

Indien uit de beoordeling blijkt dat sprake kan zijn van een effect op de gunstige staat van instandhouding (GSI) van een of meerdere soorten vleermuizen, dan is dit effect goed te mitigeren met een stilstandsvoorziening, zoals in Nederland inmiddels wordt toegepast in verschillende windparken. Een ontheffing in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb) is waarschijnlijk nodig, maar kan derhalve verkregen worden. De drie alternatieven zijn voor dit aspect niet of nauwelijks onderscheidend. Het ligt wel voor de hand dat, alternatief 140/140 resulteert in het laagste aantal slachtoffers onder vleermuizen, vanwege het relatief lage aantal windturbines waarbij het rotoroppervlak zich op grotere hoogte boven het maaiveld bevindt.

10.3 Overige beschermde soorten

Het plangebied heeft geen betekenis voor strikt beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren / zeezoogdieren. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied (zie hoofdstuk 7). Effecten op deze soorten zijn uitgesloten, dit geldt voor alle alternatieven.

11 Effectbepaling en –beoordeling NNN

Het plangebied bevat geen delen van het NNN. Wel behoort de Nieuwe Waterweg ten noorden van de Landtong Rozenburg inclusief enkele pieren in de Scheurhaven tot het NNN (zie hoofdstuk 4). De Nieuwe Waterweg en enkele pieren in de Scheurhaven behoren tot het onderdeel Grote Wateren, natuurdoeltype N02.01 Rivier. Drie kleine stukjes pier in de Scheurhaven en een smalle strook aan de noordoever van de landtong behoren tot natuurdoeltype N12.02 Kruiden- en Faunarijk grasland.

Natuurdoeltype N02.01 Rivier omvat al het stromende water van de rivieren Rijn en zijtakken, de Maas en de Overijsselse Vecht. De biotische kwaliteit van het natuurdoeltype wordt uitgedrukt in het voorkomen van kwalificerende flora- en faunasoorten (i.e. planten, vissen en libellen). Kwalificerende soorten planten voor stromende rivieren omvat o.a. bruin cypergras, kleine kattestaart en smalle waterweegbree. Voor vissen zijn dit o.a. elft, fint, rivierprik en zalm. De soortgroep libellen kent voor stromende rivieren slechts vijf kwalificerende soorten, namelijk de beekrombout, gaffellibel, kleine tanglibel, rivierrombout en weidebeekjuffer (BIJ12.nl).

Natuurdoeltype N12.02 Kruiden- en Faunarijk grasland omvat graslanden die kruidenrijk zijn, maar niet tot de schraallanden, vochtig hooiland, zilt grasland en overstromingsgrasland of glanshaverhooiland behoren. Het grasland wordt meestal extensief beweide of gehooide en niet of slechts licht bemest. Het wordt bij goede kwaliteit gekenmerkt door variatie in structuur en kruidenrijke graslandbegroeiing die rijk is aan kleine fauna. Kwalificerende soorten zijn alleen planten en dagvlinders. Kwalificerende soorten planten zijn o.a. echte koekoeksbloem, klein vogelpootje en witte munt. Kwalificerende dagvlindersoorten zijn o.a. argusvlinder, groot dikkopje en kleine parelmoervlinder (BIJ12.nl).

Omvang

Het plangebied ligt buiten het NNN, waardoor de ingreep niet leidt tot ruimtebeslag en aantasting van de omvang van het NNN. Ruimtebeslag door de bouw van Windpark Landtong Rozenburg is uitgesloten.

Samenhang en kwaliteit

De windturbines kunnen in theorie gevolgen hebben voor de wezenlijke waarden en kenmerken in de directe omgeving van de betreffende turbines, bijvoorbeeld als gevolg van verstoring. Windturbines kunnen leiden tot verstoring, waarbij zowel visuele als auditieve verstoring van belang zijn (bv. door overdraai). Bij de alternatieven 100/100 en 120/120 is er bijvoorbeeld één windturbine die wellicht net boven N12.02 overdraai heeft. De hiervoor besproken natuurdoeltypen (N02.01 en N12.02) grenzend aan het plangebied kennen echter als wezenlijke waarden en kenmerken alleen vissen, dagvlinders en libellen. Al deze soortgroepen ondervinden geen verstoring, zowel visueel of auditief, van het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg. Voor de natuurdoeltypen N02.01 en N12.02 zijn geen andere diersoorten (bv. vogels of vleermuizen) aangewezen, zodat effecten voor deze diergroepen niet aan de orde zijn.

Conclusie

De geplande windturbines staan buiten het NNN (dit geldt voor alle alternatieven), er is dus geen sprake van ruimtebeslag. Vooropgesteld kan worden dat de biotische kwaliteit van de natuurdoeltypen N02.01 Rivier en N12.02 Kruiden- en Faunarijk grasland van direct aan het plangebied grenzende delen van het NNN wordt uitgedrukt in het voorkomen van kwalificerende soorten planten, vissen, dagvlinders en libellen. Het is uitgesloten dat het windpark op deze soortgroepen een effect heeft, ook niet als sprake is van overdraai. Het windpark leidt derhalve met zekerheid niet tot aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. De drie alternatieven zijn voor dit aspect niet onderscheidend.

12 Conclusies en aanbevelingen

De Wolff Nederland Windenergie (WNW) is voornemens het bestaande Windpark Landtong Rozenburg van tien turbines op de landtong van Rozenburg (gemeente Rotterdam) te vervangen door circa 6 – 10 moderne nieuwe windturbines. Daarnaast worden ten oosten van dit windpark 2 – 3 extra windturbines voorzien. De bouw en het gebruik van dit windpark kan effecten hebben op beschermde natuurwaarden. In voorliggend achtergrondrapport zijn de effecten op beschermde natuurwaarden van de verschillende alternatieven (exclusief het Voorkeursalternatief, maar zie hoofdstuk 13) beschreven en beoordeeld in het kader van de Wet natuurbescherming en Natuurnetwerk Nederland. Waar nodig worden in dit hoofdstuk de mogelijkheden voor mitigatie / compensatie van effecten beschreven, voor zover deze vanuit ecologisch perspectief binnen het huidige wettelijk kader noodzakelijk worden geacht.

12.1 Natura 2000-gebieden (Wnb Hoofdstuk 2)

De realisatie van Windpark Landtong Rozenburg heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten, omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen (hoofdstuk 4). Voor de resterende soorten (4 broedvogelsoorten en 10 niet-broedvogelsoorten, zie hoofdstuk 4) is in hoofdstuk 9 geconcludeerd dat het totaaleffect van Windpark Landtong Rozenburg verwaarloosbaar klein is. Significante negatieve (inclusief sterfte), met inbegrip van cumulatieve effecten, zijn met zekerheid uit te sluiten. Dit geldt voor alle alternatieven.

12.2 Beschermde soorten (Wnb Hoofdstuk 3)

Vogels

- In de *aanlegfase* kunnen bouwwerkzaamheden leiden tot verstoring van in gebruik zijnde nesten van vogels en de vernietiging van hun jongen en/of eieren. Hiermee kunnen verbodsbepalingen genoemd in Art. 3.1 lid 2, 4 en 5 Wnb overtreden worden. Tijdens de werkzaamheden en de voorbereiding daarvan dient vernietiging / verstoring van nesten die in gebruik zijn door vogels voorkomen te worden. Preventieve maatregelen zijn beschreven in paragraaf 12.4.
- In de *gebruiksfase* kan sterfte optreden van zowel vogels op seizoenstrek (met name merel, zanglijster, koperwiek, kramsvogel, roodborst en spreeuw, maar ook vele tientallen andere zeer algemene vogelsoorten op seizoenstrek) als ook enkele soorten lokale vogels (knobbelzwaan, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, oeverzwaluw). De aantallen slachtoffers onder andere lokaal verblijvende soorten of schaarse soorten op seizoenstrek zijn verwaarloosbaar klein (o.a. krakeend, smient, kokmeeuw en scholekster) of niet voorzienbaar, uiterste incidenten daargelaten. De alternatieven zijn niet onderscheidend in dit opzicht.

- Voor de sterfte die voorzienbaar is wordt aanbevolen om voor deze soorten een ontheffing van artikel 3.1 lid 1 van de Wnb aan te vragen. In de onderbouwing bij de ontheffingsaanvraag dient nader gespecificeerd te worden voor welke soorten ontheffing wordt verlangd en de ordegrrootte van het aantal aanvaringsslachtoffers per soort. Tevens dient te worden onderbouwd dat deze additionele sterfte de gunstige staat van instandhouding van de betrokken populaties niet kan aantasten. Aangezien voor alle betrokken vogelsoorten geldt dat de additionele sterfte in Windpark Landtong Rozenburg relatief ten opzichte van de landelijke en/of (in het geval van broedende meeuwen) regionale populaties van deze soorten van (zeer) beperkte omvang is, komt de gunstige staat van instandhouding van betrokken populaties met zekerheid niet in het geding.
- Voor alle broedvogels geldt dat de (zeer) beperkte verstoringseffecten (inclusief barrièrewerking in de gebruiksfase van het windpark de gunstige staat van instandhouding van landelijk algemene(re) broedvogelsoorten niet zullen beïnvloeden.

Vleermuizen

- Het overtreden van verbodsbepalingen in de *aanlegfase* van het windpark kan worden voorkomen door het treffen van passende maatregelen (zie hieronder in paragraaf 12.4).
- In de *gebruiksfase* van het windpark kan sterfte optreden van vleermuizen als gevolg van aanvaringen met de draaiende rotorbladen. Het aantal slachtoffers en betrokken soorten en de effectbeoordeling hiervan in het kader van de Wnb wordt bepaald nadat gegevens van veldonderzoek in zomer 2018 beschikbaar zijn.

12.3 Natuurnetwerk Nederland

De geplande windturbines staan buiten het NNN (dit geldt voor alle alternatieven), er is dus geen sprake van ruimtebeslag. De aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg leidt met zekerheid ook niet tot aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. De drie alternatieven zijn voor dit aspect niet onderscheidend.

12.4 Mitigerende maatregelen

Mitigatie Vleermuizen

Aanlegfase

Tijdens de bouw van het windpark kan verstoring van vliegroutes van vleermuizen en eventuele paarplaatsen [PM veldonderzoek gegevens] worden voorkomen door:

- de bouw uit te voeren in de tijd van het jaar waarin vleermuizen niet actief zijn. De tijd waarin vleermuizen niet actief zijn is globaal van 1 november tot 1 maart, of;
- ervoor te zorgen dat tijdens de bouw geen sprake zal zijn van een toename in de verlichting van de bomen op de landtong. Wanneer uitsluitend overdag gewerkt wordt of wanneer de verlichting de bomen op de landtong niet zal aanlichten zijn effecten uit te sluiten.

Gebruiksfase

PM op basis van gegevens veldonderzoek en effectbeoordeling bepalen of stilstandvoorziening nodig is.

Mitigatie broedvogels

Tijdens de werkzaamheden dient wezenlijke verstoring van broedende vogels en vernietiging van hun nesten en eieren te worden voorkomen. Dit kan door buiten het broedseizoen te werken. Het broedseizoen verschilt per soort. Voor het broedseizoen wordt in het kader van de Wnb geen standaard periode gehanteerd. Globaal moet rekening worden gehouden met de periode half maart tot en met half augustus.

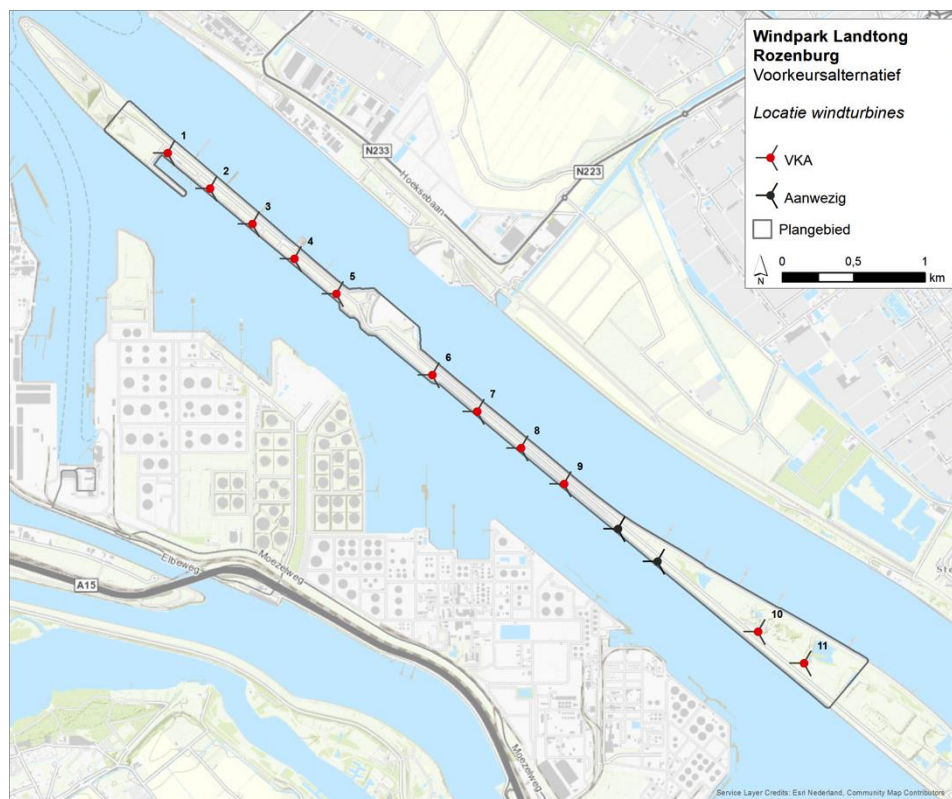
Indien de werkzaamheden binnen dit seizoen zijn gepland kunnen deze worden uitgevoerd indien is vastgesteld dat met de werkzaamheden geen in gebruik zijnde nesten wezenlijk worden verstoord of worden vernietigd. De kans hierop wordt verkleind door voorafgaand aan het broedseizoen het plangebied voor grondbroedende of in opgaande vegetatie broedende vogels ongeschikt te maken. Bijvoorbeeld door de vegetatie rondom de locaties waar gebouwd gaat worden te maaien of geheel te verwijderen. Dit zal worden vastgelegd in een ecologisch werkprotocol zodat conflicten met de Wnb in de aanlegfase worden voorkomen.

13 Voorkeursalternatief

Inmiddels is het voorkeursalternatief (VKA) bepaald, waarbij alleen de dimensies van de windturbines nog niet vaststaan. Hieronder is in de bepaling en beoordeling van de effecten van het VKA op natuur daarom uitgegaan van een *maximum effect scenario* (laagste ashoogte en grootste rotordiameter) van dit VKA.

13.1 Inrichting en eigenschappen

Het VKA betreft 11 windturbines, opgesteld binnen het plangebied (figuur 13.1). Ten opzichte van de eerder onderzochte alternatieven geldt dat de specificaties van het VKA iets verschillen, daarnaast komt het VKA qua opstelling het meest overeen met alternatief 120/120. Er zijn slechts kleine verschillen tussen dit alternatief en het VKA, namelijk aan de oostkant van het windpark. Hier zijn in het VKA maar twee windturbines gepland, terwijl dat er in het alternatief 120/120 drie zijn, waardoor de posities iets verschillen. De ashoogte van de windturbines zal minimaal 110 meter en maximaal 130 meter bedragen. De rotordiameter bedraagt minimaal 110 meter en maximaal 130 meter. Zoals hierboven genoemd, wordt gerekend met een *maximum effect scenario*, in dit geval is dat een ashoogte van 110 m met een rotordiameter van 130 m.



Figuur 13.1 Kaart met de locaties van 11 geplande windturbines volgens VKA van Windpark Landtong Rozenburg (zie tekst voor specificaties turbines).

13.2 Gebiedsbescherming

13.2.1 Natura 2000-gebieden

De realisatie van Windpark Landtong Rozenburg (VKA) heeft geen effecten op habitattypen of soorten van Bijlage II waarvoor Natura 2000-gebieden in de omgeving zijn aangewezen. Ook zijn er veel soorten broedvogels en niet-broedvogels waarvoor het optreden van effecten op voorhand kan worden uitgesloten omdat ze niet of nauwelijks in of nabij het plangebied voorkomen. Voor de resterende soorten (4 broedvogelsoorten en 10 niet-broedvogelsoorten, zie hoofdstuk 4) is ook voor het VKA onderzocht of deze soorten effecten (verstoring of additionele sterfte) van het windpark ondervinden.

Het aantal aanvaringslachtoffers in het VKA is vergelijkbaar met alternatief 140/140 (hoofdstuk 8). Voor het VKA kan derhalve worden geconcludeerd dat het totaaleffect van Windpark Landtong Rozenburg verwaarloosbaar klein is (nihil aantal slachtoffers onder kwalificerende vogelsoorten). Ook is geen sprake van (maatgevende) verstoring. Voor alle soorten broedvogels en niet-broedvogels, waarvoor nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn significant versturende effecten (inclusief sterfte), met inbegrip van cumulatieve effecten (zie paragraaf 9.5), derhalve met zekerheid uit te sluiten.

13.2.2 Natuurnetwerk Nederland

De geplande windturbines van het VKA staan buiten het NNN, er is dus geen sprake van ruimtebeslag. De aanleg en het gebruik van Windpark Landtong Rozenburg (VKA) leidt met zekerheid ook niet tot aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. Dit is voor drie alternatieven onderbouwd in hoofdstuk 11 en geldt ook voor het VKA.

13.3 Soortbescherming

13.3.1 Vogels

Voor de VKA kan worden uitgesloten dat verstoring van jaarrond beschermde nesten in de aanlegfase plaatsvindt, aangezien de windturbines niet in de invloedssfeer van nesten zijn gepland. Wel zal voor het begin van kapwerkzaamheden dan gekeken moeten worden of in het plangebied soorten broeden waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn (bijvoorbeeld buizerd of boomvalk) en moet worden bepaald of er sprake is van vernietiging van nesten.

In de gebruiksfase zijn de aantallen aanvaringsslachtoffers onder lokaal, regionaal of landelijk schaarse of zeldzame vogelsoorten (inclusief Rode Lijstsoorten) verwaarloosbaar klein. Voor dergelijke soorten is geen sprake van voorzienbare sterfte, uiterste incidenten daargelaten.

Voor algemene soorten geldt dat in de ordegrrootte van in totaal ca. 165 slachtoffers (alle vogelsoorten samen) worden voorspeld, het betreft algemene(re) soorten tijdens de seizoenstrek, zoals lijsters, roodborst en spreeuw, maar ook enkele lokale vogelsoorten (tabel 13.1) die wel binding hebben met het plangebied, zoals kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en oeverzwaluw (broedvogels) en knobbelzwaan en zilvermeeuw (als niet-broedvogels). Deze sterfte is voorzienbaar en derhalve wordt aanbevolen om voor deze soorten een ontheffing van artikel 3.1 lid 1 van de Wnb aan te vragen.

Tabel 13.1 Berekend aantal aanvaringsslachtoffers bij VKA van Windpark Landtong Rozenburg voor een aantal broed- en niet-broedvogelsoorten. Berekeningen zijn uitgevoerd met het Flux-Collision model (zie bijlage 6 en hoofdstuk 5 voor toelichting).

soort	berekend aantal slachtoffers
grauwe gans	0
kievit	0
kleine mantelmeeuw*	14
knobbelzwaan	1
kokmeeuw	1
krakeend	< 1
scholekster	< 1
visdief	0
zilvermeeuw (niet-broedvogel)	21
zilvermeeuw (broedvogel) *	18

* broedvogel

13.3.2 Vleermuizen

Het overtreden van verbodsbepalingen in de *aanlegfase* van het windpark kan worden voorkomen door het treffen van passende maatregelen (zie paragraaf 12.4).

In de *gebruiksfase* van het windpark kan sterfte optreden van vleermuizen als gevolg van aanvaringen met de draaiende rotorbladen. Het aantal slachtoffers en betrokken soorten en de effectbeoordeling hiervan in het kader van de Wnb wordt bepaald nadat gegevens van veldonderzoek in zomer 2018 beschikbaar zijn.

13.3.3 Overige beschermde soorten

Het plangebied heeft geen betekenis voor strikt beschermde soorten flora, ongewervelden, vissen, amfibieën, reptielen en grondgebonden zoogdieren / zeezoogdieren. Het plangebied biedt voor dergelijke soorten ook geen geschikt leefgebied. Effecten op deze soorten zijn uitgesloten.

14 Literatuur

- Alerstam, T., 1990. Bird migration. Cambridge University Press, London.
- Arts, F.A., S. Lilypaly, M.H.J. Hoekstein, K.D. van Straalen, P.A. Wolf & L. Wijnants, 2017a. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta in 2015/2016. Rapport Rijkswaterstaat-Centrale Informatievoorziening. Rapport BM 17.20.
- Arts, F.A., M.H.J. Hoekstein, S. Lilypaly, K.D. van Straalen, P.A. Wolf & L. Wijnants, 2017b. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2016. Rapport Rijkswaterstaat-Centrale Informatievoorziening. Rapport BM 17.19.
- Bakker, G. & A. De Baerdemaeker, 2014. Verkenning mogelijkheden verplaatsing oeverwaluwwand Landtong Rozenburg. Bureau Stadsnatuur Rotterdam, Rotterdam. Rapport nr. 0979.
- Baptist, H., 2005. Vogelslachtofferonderzoek Roggenplaat, rapportage 2004-2005. Rapport 2005/3. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.
- Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Bureau Waardenburg Rapportnr. 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Beuker, D., W. Lengkeek, R.C. Fijn & H.A.M. Prinsen, 2009. Duikeenden nabij Windpark Lely, Medemblik. Beknopt veldonderzoek naar gedrag en voedsel-beschikbaarheid. Bureau Waardenburg Rapportnr. 09-142, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Boudewijn, T.J., R.C. Fijn & M.J.M. Poot, 2012. Effecten van onderzoek aan aalscholvers in het Breede Water op beschermde soorten en habitats van het Natura 2000-gebied Voornes Duin en aangrenzende gebieden Voordelta en Haringvliet. Oriëntatiefase Natuurbeschermingswet 1998. Rapport 12-041. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Brenninkmeijer, A. & C. van der Weyde, 2011. Monitoring vogelaanvaringen Windpark Delfzijl-Zuid 2006-2011. A&W rapport 1656. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Faenwâlden.
- Buurma, L.S. & H. van Gasteren, 1989. Trekvogels en obstakels langs de Zuidhollandse kust. Provincie Zuid-Holland, DWEB, DRG, Den Haag.
- Buurma, L.S., R. Lensink & L. Linnartz, 1986. De hoogte van breedfronttrek overdag boven Twente, een vergelijking van visuele en radarwaarnemingen in oktober 1984. *Limosa* 60: 169-182.
- Dirksen, S., A.L. Spaans & J. Van der Winden, 2007. Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: A case study. In: M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds). *Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation*. Blz. 275. Quercus. Madrid, Spain.
- Everaert, J., 2008. Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (rapportnr. INBO.R.2008.44). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Everaert, J. & E.W.M. Stienen, 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodivers. Conserv.* 16: 3345-3359.
- Fernley, J., S. Lowther & P. Whitfield, 2006. A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate. Natural Research Ltd, West oast Energy & Hyder Consulting.

- Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, W. Tijssen, H.A.M. Prinsen & S. Dirksen, 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans *Cygnus columbianus* wintering near a wind farm in the Netherlands. *Wildfowl* 62: 97–116.
- Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, H.A.M. Prinsen, W. Tijssen & S. Dirksen, 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbines testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Bureau Waardenburg Rapportnr. 07-094, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Godijn, N., 2017. Quick scan Landtong Rozenburg. Notitie. Bureau Stadsnatuur Rotterdam, Rotterdam.
- Hartman, J.C. & H.A.M. Prinsen, 2013. Beoordeling effecten opschaling en uitbreiding Windpark Slufter. Rapport nr. 12-179. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Heijligers, W., 2014. Voortoets, cumulatietoets en passende beoordeling. Een weg vol valkuilen. Toets (01), pp: 6-10.
- Jeninga, S.K., 2018. De invloed van windturbines op het vlieggedrag van vogels. Onderzoek naar uitwijkingsgedrag, met aandacht voor de kleine mantelmeeuw. Afstudeerscriptie, WUR, Wageningen.
- Kleyheeg-Hartman, J.C., K.L. Krijgsveld, M.P. Collier, M.J.M. Poot, A.R. Boon, T.A. Troost & S. Dirksen, 2018. Predicting bird collisions with wind turbines: Comparison of the new empirical Flux Collision Model with the SOSS Band model. *Ecological Modelling* 387, 144–153.
- Klop, E., & A. Brenninkmeijer, 2014. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014. Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Faenwälden.
- Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. *Ardea* 97(3): 357-366.
- Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen, 2011. Effect Studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Rapport 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Krijgsveld, K.L. & D. Beuker, 2009. Vogelslachtoffers bij windpark Anna Vosdijk op Tholen. Onderzoek naar aanvaringen onder trekkende steltlopers en overwinterende smienten. Bureau Waardenburg Rapportnr. 09-072. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden, 2008. Verstoringgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Bureau Waardenburg Rapportnr. 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Langgemach, T. & T. Dürr, 2015. Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Stand 16. Dezember 2015, Aktualisierungen außer Fundzahlen hervorgehoben. Landesamt für Umwelt Brandenburg. Staatliche Vogelschutzwarte, Buckow.
- Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Bureau Waardenburg Rapportnr. 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Musters, C.J.M., M.A.W. Noordervliet & W.J.T. Keurs, 1996. Bird casualties caused by an wind energy project in an estuary. *Bird Study* 43, 124-126.
- Nieuwsbrief midwintertelling 2016. Project monitoring watervogels en slaapplekken Zuid-Holland. Resultaten midwintertelling januari 2015: enkele soorten uitgelicht. J.W. Vergeer, 08-01-2016, Nijmegen.

- Ohm, J.N., 2014. Aanvullend onderzoek vleermuizen en buizerd windpark Nieuwe Waterweg. Rapport 077515564:B, Arcadis Nederland, Hoofddorp.
- Plonczkier, P. & I.C. Simms, 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *Journal of Applied Ecology* 49: 1187-1194.
- Poot, M.J.M., R.C. Fijn, C. Heunks *et al.* 2013. Hoofdstuk 4 - Perceel Vogels. In: Prins, T.C. & G.H. van der Kolff (eds). 2013. Jaarrapport 2012 PMR monitoring Natuurcompensatie Voordelta - Deel B. Rapport 1200672-000-ZKS-0034. 710 pp. Deltares, Delft.
- Poot, M.J.M., I. Tulp, L.M.J. van den Bergh, H. Schekkerman & J. van der Winden, 2001. Effect van mist-situaties op vogelvliegedrag bij het windpark Eemmeer. Zijn er aanwijzingen voor verhoogde aanvaringsrisico's? Rapport 01-072. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Prinsen, H.A.M., R.R. Smits, F.L.A. Brekelmans, L.S.A. Anema, D. Emond & S. Dirksen, 2009. Achtergrondrapport natuur MER Zuidring Randstad380. Rapport 08-003. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Prinsen, H.A.M., J.C. Hartman, D. Beuker & L.S.A. Anema, 2013. Vliegbewegingen van meeuwen en sterns bij twee windparken op de Eerste Maasvlakte. Veldonderzoek naar flux, vlieghoogtes en aanvaringsslachtoffers. Bureau Waardenburg Rapportnr. 13-023. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Schaut, C., K. Aper & C. Derde, 2008. Aanvaring van vogels met MW-windturbines in de haven van Antwerpen. Rapport 2008-CS1. Fortech Studie bvba, Vrasene.
- Schekkerman, H., L.M.J. van de Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeer. Alterra, Wageningen.
- Spaans, A.L. & L.M.J. van den Bergh, 2001. De mogelijke hinder van een windparkopstelling langs de Slufterdam, Distridam en Slag Dobbelsteen op de Maasvlakte, gemeente Rotterdam, voor vogels, met toetsing van de effecten aan de beschermingsmaatregelen van de EG-habitatrichtlijn. Alterra, afdeling ecologie en milieu, Wageningen.
- Staro Natuur en Buitengebied & Buijs Eco Consult, 2017. Monitoren broedvogels en adviseren broedvrij houden in 2017. Staro, Gemert.
- Steunpunt Natura 2000, 2010. Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. versie 27 mei 2010. RegieBureau Natura 2000, Utrecht.
- Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2012. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2011. RWS Waterdienst BM 12.22. RWS Waterdienst, Vlissingen.
- Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2013. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2012. RWS Waterdienst BM 13.18. RWS Waterdienst, Vlissingen.
- Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2014. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2013. RWS Waterdienst BM 14.12. RWS Waterdienst, Vlissingen.
- Strucker, R.C.W., F.A. Arts & M.S.J. Hoekstein, 2015. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2014. RWS Waterdienst BM 15.07. RWS Waterdienst, Vlissingen.
- Tinbergen, L., 1956. Field observations of migration and their significance for the problems of navigation. *Ardea* 44: 231-235.

- Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P.W. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind park Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Verbeek, R.G., D. Beuker, J.C. Hartman & K.L. Krijgsveld, 2012. Monitoring vogels Windpark Sabinapolder. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers. Bureau Waardenburg Rapportnr. 11-189. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapp. 89/15. RIN, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapp. 92/2. IBN-DLO, Arnhem.

Bijlage 1 Kader Wet natuurbescherming

1.1 Inleiding

Vanaf 1 januari 2017 is de Wet natuurbescherming (kortweg: Wnb) in werking. Deze wet vervangt de Flora- en faunawet, de Natuurbeschermingswet 1998 en de Boswet. Met de inwerkingtreding van de Wnb zijn de provincies het bevoegde gezag voor de ontheffing- en vergunningverlening voor plannen en projecten en voor het vaststellen van vrijstellingsregelingen. Bij provincie overschrijdende projecten is dit de minister van EZ.

Deze bijlage vat het wettelijk kader samen voor toetsing van ruimtelijke ingrepen en andere handelingen. In paragraaf 1.2 komen algemene bepalingen van de wet aan de orde. Gebiedsbescherming is in de wet beschreven in 'Hoofdstuk 2 Natura 2000-gebieden' en is hier samengevat in paragraaf 1.3. De bescherming van soorten is in de wet beschreven in 'Hoofdstuk 3 Soorten' en in deze bijlage samengevat in paragraaf 1.4. De bescherming van bomen en bos is in de wet beschreven in 'Hoofdstuk 4 Houtopstanden, hout en houtproducten' en is hier samengevat in paragraaf 1.5. Andere onderdelen van de Wnb zoals jacht, schadebestrijding, overlastbestrijding, faunabeheer en omgang met exoten maken geen deel uit van deze bijlage.

1.2 Algemene bepalingen

Art 1.10 De Wet natuurbescherming is gericht op:

- het beschermen en ontwikkelen van de natuur, mede vanwege de intrinsieke waarde, en het behouden en herstellen van de biologische diversiteit;
- het doelmatig beheren, gebruiken en ontwikkelen van de natuur ter vervulling van maatschappelijke functies, en
- het verzekeren van een samenhangend beleid gericht op het behoud en beheer van waardevolle landschappen, vanwege hun bijdrage aan de biologische diversiteit en hun cultuurhistorische betekenis, mede ter vervulling van maatschappelijke functies.

Art 1.11 Een ieder neemt voldoende zorg in acht voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en voor in het wild levende dieren en planten en hun directe leefomgeving. Deze zorgplicht houdt in elk geval in dat handelingen waarvan redelijkerwijs verwacht mag worden dat ze nadelige gevolgen kunnen hebben voor een Natura 2000-gebied, een bijzonder nationaal natuurgebied of voor in het wild levende dieren en planten achterwege blijven, dan wel dat noodzakelijke maatregelen worden getroffen om negatieve gevolgen te voorkomen, of voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen ze beperkt of ongedaan worden gemaakt.

Art 1.12 Gedeputeerde staten van de provincies dragen zorg voor:

- het nemen van de nodige maatregelen voor de bescherming, de instandhouding of het herstel van biotopen en leefgebieden in voldoende gevarieerdheid voor alle van

nature in het wild levende vogelsoorten en planten en dieren en hun habitats van bijlagen II, IV en V bij de Habitatrichtlijn en habitattypen van bijlage I van de Habitatrichtlijn;

- het behoud of het herstel van een gunstige staat van instandhouding van de met uitroeiing bedreigde of speciaal gevaar lopende van nature in het wild voorkomende dier- en plantensoorten;
- de totstandkoming en instandhouding van een samenhangend landelijk ecologisch netwerk, genaamd Natuurnetwerk Nederland.

Gedeputeerde staten kunnen gebieden buiten het Natuurnetwerk Nederland aanwijzen die van provinciaal belang zijn vanwege hun natuurwaarden of landschappelijke waarden, met inachtneming van hun cultuurhistorische kenmerken. Deze gebieden worden aangeduid als 'bijzondere provinciale natuurgebieden' en 'bijzondere provinciale landschappen'.

1.3 Natura 2000-gebieden

De Wnb heeft tot doel het beschermen en in stand houden van Natura 2000-gebieden.

Relevante wettelijke bepalingen

De beoordeling van projecten en andere handelingen wordt geregeld in artikel 2.7 tot en met artikel 2.9. Aanwijzingsbesluiten geven de instandhoudingsdoelstellingen ten aanzien van de leefgebieden voor vogels van de Vogelrichtlijn, de natuurlijke habitats en de habitats van soorten van de Habitatrichtlijn. De instandhoudingsmaatregelen zijn voor elk gebied beschreven in het beheerplan. Tevens beschrijft het beheerplan welke handelingen en ontwikkelingen in het gebied en daarbuiten het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen niet in gevaar brengen. Voor het uitvoeren van plannen of projecten kan GS de verplichting opleggen tot preventieve of herstelmaatregelen. Dit is niet van toepassing indien voor het plan of project een (omgevings)vergunning is verleend.

Beoordeling van plannen en projecten

Art. 2.7 Voor een plan dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, en dat afzonderlijk of in combinatie (in cumulatie) met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, is een **passende beoordeling** noodzakelijk.

Er is een **vergunning** nodig van GS voor projecten of andere handelingen die de kwaliteit van de natuurlijke habitats of de habitats van soorten in dat gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. De bevoegdheid ten aanzien van de vergunningverlening ligt bij GS van de provincie waarin het project wordt uitgevoerd.

Er geldt een **uitzondering op de vergunningprocedure** op grond van de Wet natuurbescherming: als via een andere wettelijke bepaling een passende beoordeling

verplicht is (bijvoorbeeld op grond van de Tracéwet of de Spoorwet wegverbreding) voor de besluitvorming.

Art. 2.9 Géén vergunning is nodig:

- Als het project of de handeling is opgenomen in een Natura 2000-beheerplan of in een vastgesteld programma voor Natura 2000-gebieden (zoals de PAS). Voorwaarde is dat 1) ten aanzien van het plan of het programma een passende beoordeling van projecten is uitgevoerd waaruit de zekerheid is verkregen dat het project de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet zal aantasten, en 2) dat het bestuursorgaan dat het plan of programma heeft vastgesteld, tevens bevoegd gezag is voor vergunningverlening of dat dit bestuursorgaan heeft ingestemd heeft met het plan of programma.
- Als het project of de handeling al bestond of bekend was op de referentiedatum 31 maart 2010 of later als het gebied later is aangewezen (ook wel bekend als bestaand gebruik).
- Als het project of de handeling behoort tot door PS bij verordening aangewezen categorieën van gevallen.

Toelichting op begrippen

Habitattoets

De habitattoets is de verzamelnaam van toetsingen van effecten van plannen en projecten op de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied. In beginsel worden de effecten van plannen en projecten op Natura 2000-gebieden 'passend beoordeeld'. Als er kans is op significant negatieve effecten en mitigerende maatregelen bij de beoordeling zijn betrokken wordt gesproken over een '**passende beoordeling**'. Om procedurele redenen kan er voor worden gekozen om een **oriëntatiefase** – soms ook wel '**voortoets**' genoemd – te doorlopen. De inhoudelijke studie is in de oriëntatiefase in grote lijnen identiek aan een passen de beoordeling, echter mitigerende maatregelen zijn bij de oriëntatiefase niet bij de beoordeling betrokken. Als de conclusie is dat significante negatieve effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten en maatregelen nodig zijn om significant negatieve effecten met zekerheid te voorkomen, zal alsnog een passende beoordeling nodig zijn.

Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn maatregelen ter voorkoming of beperking van het (mogelijke) effect van het project of andere handeling en deze maatregelen zijn onlosmakelijk verbonden zijn met een project / andere handelingen

Cumulatieve effecten

Voor de habitattoets geldt uitdrukkelijk dat voor elke activiteit onderzocht moet worden of er mogelijke significante effecten zijn als gevolg van de activiteit afzonderlijk *en* in combinatie met andere plannen en projecten. In het laatste geval moeten de gezamenlijke ofwel cumulatieve effecten beoordeeld worden in het licht van de

instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied. Het gaat daarbij om alle plannen en projecten die op bestuurlijk niveau zijn goedgekeurd en die nog niet (volledig) zijn gerealiseerd.

Significantie

Van significante effecten kan sprake zijn als ten gevolge van het plan of project realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen wordt bemoeilijkt of onmogelijk wordt gemaakt. In de Leidraad bepaling Significantie is het begrip 'significante gevolgen' toegelicht.⁸

Externe werking

Ook activiteiten buiten het Natura 2000-gebied kunnen vergunningplichtig zijn als die activiteiten negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied (kunnen) veroorzaken. Dit wordt de 'externe werking' van de bescherming genoemd.

Programma Aanpak Stikstof

Op 1 juli 2015 is de Programma Aanpak Stikstof (PAS) in werking getreden. Dit programma geeft met een gericht pakket van herstelmaatregelen enerzijds waarborgen voor behoud en herstel van stikstofgevoelige habitats en leefgebieden van soorten en biedt anderzijds ruimte voor nieuwe economische activiteiten. Voor projecten die vermeld zijn op een lijst met prioritaire projecten is op voorhand ruimte gereserveerd. Voor nieuwe projecten (niet-prioritair) geldt bij een toename van stikstofdepositie op een stikstof gevoelig habitat met thans al een overschrijding het volgende:

- Activiteiten met een stikstofdepositie vanaf 1 mol/ha/jaar zijn vergunningplichtig.
- Activiteiten met een stikstofdepositie onder 0,05 mol/ha/jaar zijn niet vergunningplichtig.
- Voor activiteiten met een stikstofdepositie tussen 0,05 mol/ha/jaar – 1 mol/ha/jaar moet voor het Natura 2000-gebied worden nagegaan wat de actuele geldende grenswaarde is. Bij 95% uitgegeven depositieruimte wordt de grenswaarde verlaagd naar 0,05 mol/ha/jaar; dan is dus een vergunning nodig bij een stikstofdepositie hoger dan 0,05 mol/ha/jaar (anders bij 1 mol/ha/jaar)

De omvang van de stikstofdepositie als gevolg van een project moet worden vastgesteld aan de hand van het rekenmodel AERIUS Calculator.

1.4 Soorten

Verbodsbepalingen

De Wnb onderscheid bij de bescherming van soorten drie beschermingsregimes:

Art. 3.1 Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn

1. Het is verboden opzettelijk in het wild levende vogels (VR artikel 1) te doden of te vangen.

⁸ Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Publicatie Steunpunt Natura 2000, versie 27 mei 2010.

2. Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld onder 1 te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
3. Het is verboden eieren van vogels als bedoeld onder 1 te rapen en deze onder zich te hebben.
4. Het is verboden vogels als bedoeld onder 1 opzettelijk te storen.
5. Het verbod, opzettelijk storen, is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Het ministerie heeft een lijst gemaakt van soorten vogels die hun nest doorgaans het hele jaar door of telkens opnieuw gebruiken. Deze nesten zijn jaarrond beschermd⁹. Voor andere soorten geldt dat de nesten alleen beschermd zijn wanneer zij (in het broedseizoen) in gebruik zijn.

Art. 3.5 Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn

1. Het is verboden in het wild levende **dieren** (HR bijlage IV, VvBern Bijlage II, VvBonn Bijlage I) opzettelijk te doden of te vangen.
2. Het is verboden dieren als bedoeld onder 1 opzettelijk te verstoren.
3. Het is verboden eieren van dieren als bedoeld onder 1 in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.
4. Het is verboden voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld onder 1 te beschadigen of te vernielen.
5. Het is verboden **planten** (HR bijlage IV, VvBern Bijlage I) in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken, te verzamelen, af te snijden, te onwortelen of te vernielen.

Art. 3.10 Beschermingsregime andere soorten

1. Het is verboden in het wild levende **zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers** van de soorten, genoemd in de bijlage bij de Wet, onderdeel A, natuurbescherming opzettelijk te doden of te vangen.
2. Het is verboden de vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld onder 1 opzettelijk te beschadigen of te vernielen.
3. Het is verboden **vaatplanten** genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij de Wet natuurbescherming, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken, te verzamelen, af te snijden, te onwortelen of te vernielen.

Ontheffingen en vrijstellingen

Gedeputeerde staten kunnen een ontheffing verlenen van verboden die gelden voor Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn (Art 3.3), Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn (Art 3.8) en Beschermingsregime andere soorten (Art 3.10 lid 2). Provinciale staten en de Minister kunnen bij verordening vrijstelling verlenen van deze verboden (Art 3.3, Art 3.8)

Een ontheffing of een vrijstelling wordt uitsluitend verleend als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

⁹ Zie de Aangepaste lijst jaarrond beschermde vogelnesten ontheffing Flora- en faunawet ruimtelijke ingrepen, ministerie van LNV, augustus 2009.

- er bestaat geen andere bevredigende oplossing,
- er is voldaan aan een in Art 3.3 dan wel Art 3.8 genoemd belang,
- er is geen sprake van een verslechtering van de (gunstige) staat van instandhouding van de desbetreffende soort.

Aan een ontheffing kunnen voorwaarden worden gesteld om schade te beperken of te compenseren zodat er geen afbreuk wordt gedaan aan de SvI.

Art 3.3, Art 3.8 De verboden voor zijn niet van toepassing op handelingen ten behoeve van instandhoudingsmaatregelen en handelingen in het kader van een Natura 2000-beheerplan of een vastgesteld programma (zoals bijvoorbeeld de PAS).

Art. 3.10 Voor soorten vallend onder '*Beschermingsregime andere soorten*' kan de provincie een vrijstelling verlenen voor handelingen in het kader van de **ruimtelijke inrichting of ontwikkeling** van gebieden en **bestendig beheer of onderhoud**.

Art. 3.31 De hierboven genoemde verboden onder de drie beschermingsregimes zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd overeenkomstig een door Onze Minister goedgekeurde **gedragscode** en die plaatsvinden in het kader van bestendig beheer of onderhoud en ruimtelijke ontwikkeling en inrichting.

1.5 Houtopstanden

Hoofdstuk 4, paragraaf 4.1 van de Wnb regelt de verbodsbepalingen ten aanzien van houtopstanden. De Wet natuurbescherming beschermt houtopstanden met een oppervlakte van minimaal 1000 m² en rijbeplantingen die bestaan uit meer dan 20 bomen (art. 1.1).

Art. 4.1 De bepalingen in § 4.1 hebben o.a. geen betrekking op houtopstanden binnen de bebouwde kom, op erven of in tuinen, wegbeplantingen, beplanting langs rijkswegen, boomsingels en in het geval van het dunnen van een houtopstand.

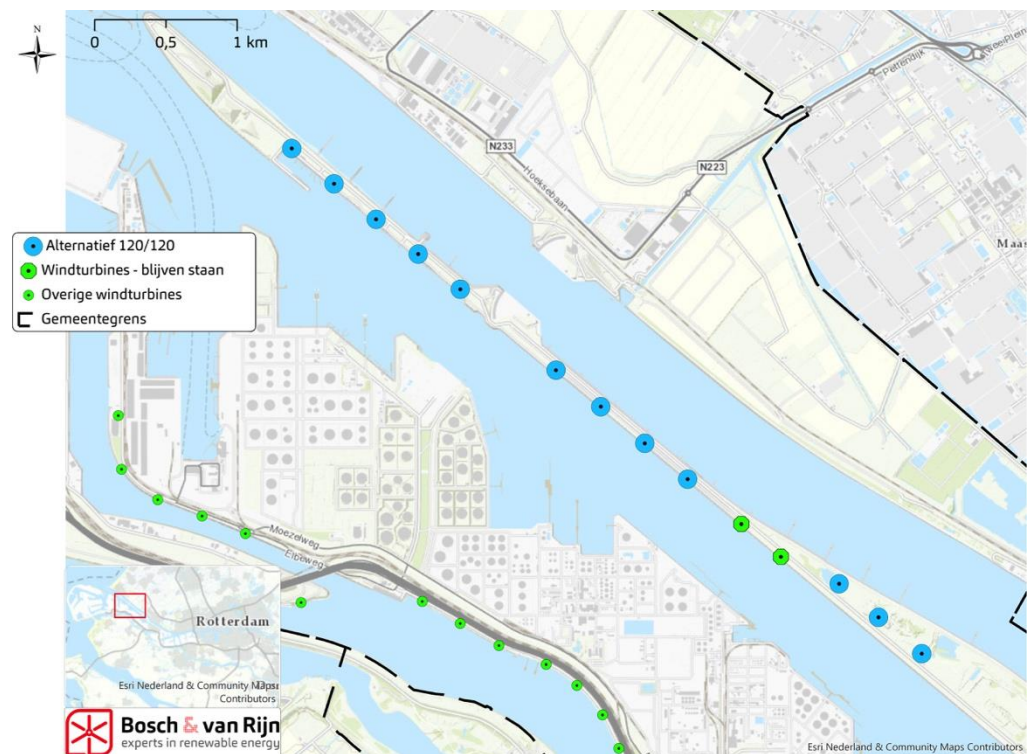
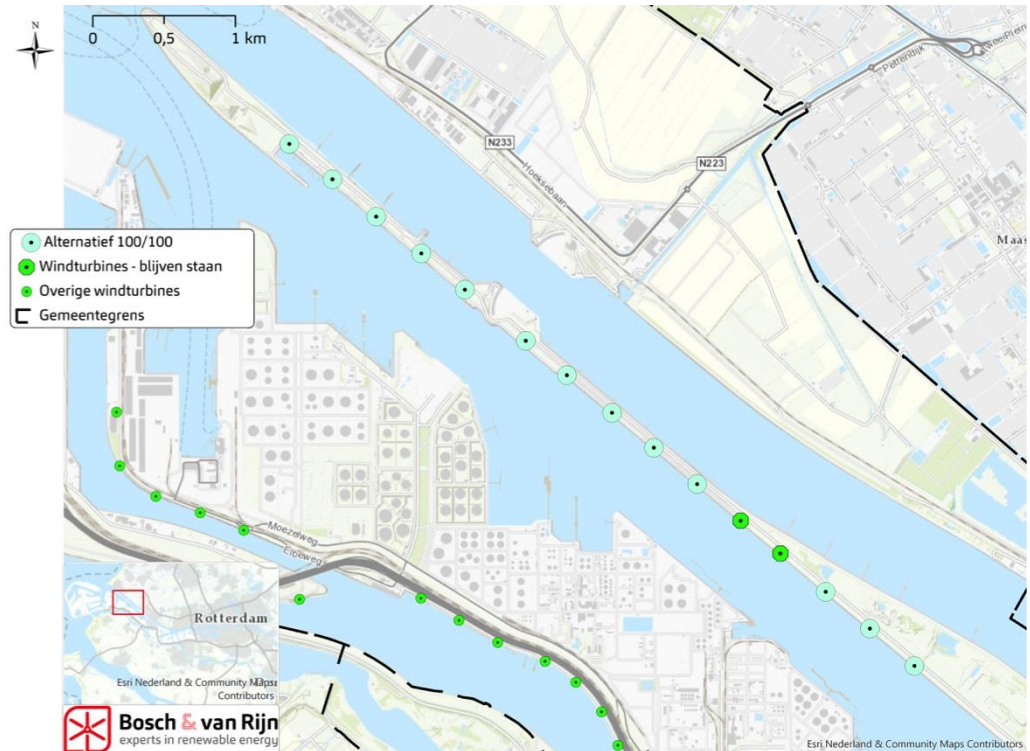
Art. 4.2 Het is verboden een houtopstand geheel of gedeeltelijk te vellen of te doen vellen, met uitzondering van het periodiek vellen van griend- of hakhout, zonder voorafgaande melding daarvan bij gedeputeerde staten.

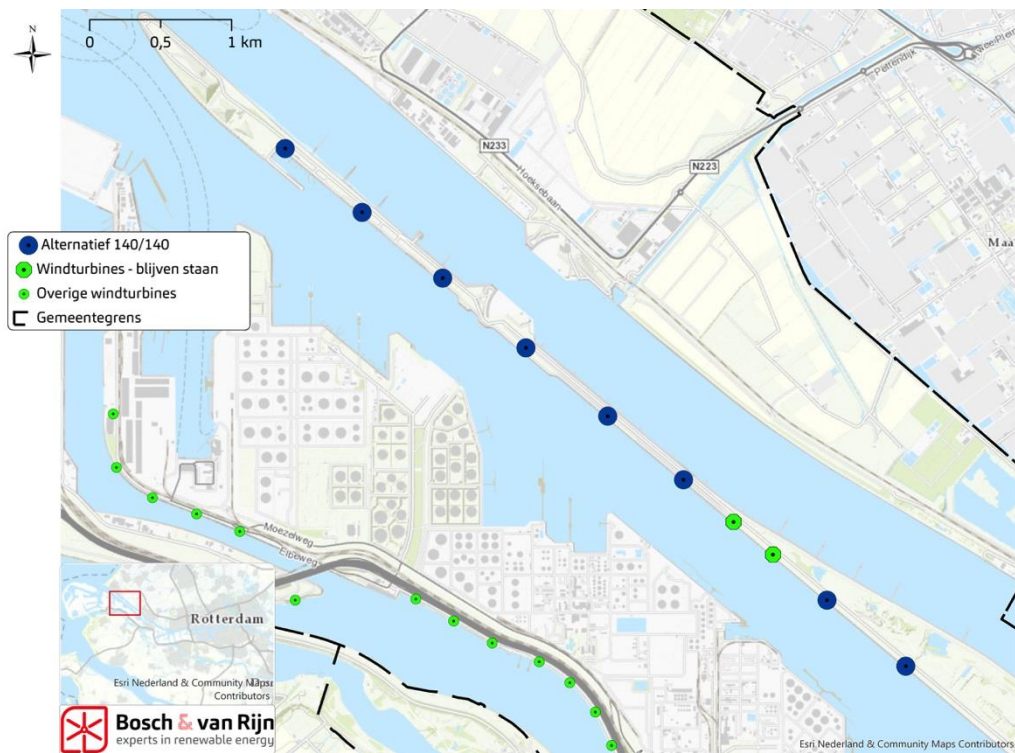
Art. 4.3 Als een houtopstand geheel of gedeeltelijk is geveld, met uitzondering van het periodiek vellen van griend- of hakhout, geldt een plicht tot herbeplanten van dezelfde grond binnen drie jaar na het vellen.

Art. 4.4 De bepalingen in § 4.1 zijn eveneens niet van toepassing als het vellen van houtopstanden en herbeplanten wordt gerealiseerd overeenkomstig een door Onze Minister goedgekeurde gedragscode.

In de artikelen van § 4.1 zijn meer uitzonderingen aangegeven.

Bijlage 2 Alternatieven





Bijlage 3 Windturbines en vogels

Onderzoek naar effecten van windturbines op vogels heeft drie verschillende typen effecten laten zien, namelijk aanvaringen van vliegende vogels, habitatverlies of verstoring van broedende, foeragerende of rustende vogels en barrièrewerking voor vliegende vogels.

Aanvaringen

Vogels kunnen door aanvaringen met de rotorbladen en mast of door lucht-wervelingen in het zog achter de windturbine gewond raken of sterven. Het aantal aanvaringen is afhankelijk van de intensiteit van vliegbewegingen en het aanvaringsrisico.

Vliegintensiteit

Het aantal slachtoffers wordt in belangrijke mate bepaald door de vliegintensiteit van vogels op rotorhoogte (Desholm *et al.* 2006). Variatie in deze vliegintensiteit wordt veroorzaakt door het aantal vogels dat in het gebied voorkomt of doorkruist, de soortensamenstelling van deze vogels, hun vlieggedrag en vlieghoogte en mate van uitwijking (Hötter *et al.* 2006, Gove *et al.* 2013, Grünkorn *et al.* 2016). Het aantal slachtoffers varieert daarmee sterk per locatie. Zo vallen in en nabij vogelrijke gebieden, zoals wetlands en nabij broedkolonies, significant meer slachtoffers dan in en nabij minder vogelrijke gebieden (Hötter *et al.* 2006, Everaert 2014, Grünkorn *et al.* 2016).

Een deel van het aantal aanvaringsslachtoffers wordt gevormd door vogels op de jaarlijkse seizoenstrek in voorjaar en najaar, doordat dan sprake is van de verplaatsing van tientallen miljoenen individuen en dus een hoge vliegintensiteit (Erickson *et al.* 2014). Afhankelijk van de weersomstandigheden, zullen de meeste vogels op seizoenstrek een windpark op grote hoogte passeren, maar tijdens tegenwind vliegt een deel hiervan ook op rotorhoogte. Hierdoor kan het percentage 's nachts trekkende zangvogels onder aanvaringsslachtoffers variëren van nihil (Grünkorn *et al.* 2016), tot 9% op een Duits eiland in de Oostzee (Welcker *et al.* 2017), 13% in de Eemshaven (Klop & Brenninkmeijer 2014) en 29% in de Wieringermeer (Krijgsveld *et al.* 2009). Deze onderzoeken suggereren dat 's nachts langstreckende vogelsoorten niet per sé een groter aanvaringsrisico hebben dan overdag actieve vogelsoorten. Een groot deel van de lokale vogels vliegt laag, vaak zelfs onder rotorhoogte, maar bepaalde soortgroepen, zoals roofvogels, meeuwen, duiven en zwaluwen vliegen regelmatig op rotorhoogte en worden ook vaker slachtoffer (Grünkorn *et al.* 2016). Kiekendieven vormen een uitzondering onder de roofvogels omdat ze maar een beperkt deel van de tijd op rotorhoogte vliegen en daarom van alle soorten roofvogels het minst vaak aanvaringsslachtoffer van windturbines worden (Whitfield & Madders 2006, Hötter *et al.* 2013, Oliver 2013).

Het verschil in het aantal aanvaringsslachtoffers tussen soorten wordt voor een groot deel ook bepaald door de mate van uitwijking voor windturbines. Ganzen en kraanvogels mijden zowel het hele windpark (macro uitwijking) als individuele turbines (micro uitwijking: Fijn *et al.* 2012, Grünkorn *et al.* 2016). Ook steltlopers, waaronder de

soorten Kievit en wulp, worden relatief weinig als aanvarings-slachtoffer gevonden, waarschijnlijk vanwege hun sterke uitwijkgedrag (Hötter *et al.* 2006, Winkelman *et al.* 2008). Daarentegen houden bijvoorbeeld roofvogels en meeuwen, en soorten zoals wilde eend, houtduif, veldleeuwerik en spreeuw, zich meer op in en nabij windparken dan andere soorten en worden daardoor ook vaker slachtoffer van een aanvaring met een windturbine (Everaert 2014, Morinha *et al.* 2014, Grünkorn *et al.* 2016).

Aanvaringsrisico

Het aanvaringsrisico is de kans op aanvaring met een windturbine voor een vogel die door een windpark vliegt. Dit aspect is minder goed onderzocht dan het aantal slachtoffers zelf. In het algemeen wordt aangenomen dat het aanvaringsrisico het hoogst is tijdens de nacht en onder slechte zichtomstandigheden (mist, regen). Winkelman (1992) berekende een gemiddeld aanvaringsrisico van 0,02% voor alle vogels (niet soortspecifiek) die overdag en 's nachts het windpark passeerden. Voor de soorten die alleen 's nachts passeerden bedroeg dit gemiddeld 0,17%. Krijgsveld *et al.* (2009) vonden voor drie windparken in Nederland een gemiddeld aanvaringsrisico voor nachttactieve soorten van 0,14% (niet soort-specifiek). Voor sommige dagactieve soorten, zoals meeuwen-, stern- en enkele roofvogelsoorten, zijn echter ook relatief hoge aanvaringsrisico's vastgesteld (Everaert *et al.* 2002, Krijgsveld *et al.* 2009, Langgemach & Dürr 2015). Dit komt mogelijk doordat deze soorten overdag al vliegend op zoek gaan naar voedsel, en dan meer op de grond onder hen gefocust zijn dan op de omgeving die voor hen ligt (Martin 2011).

Aantal aanvaringen

In vergelijking met het verkeer of met hoogspanningslijnen, vallen bij windturbines relatief weinig slachtoffers. Het gedocumenteerde gemiddelde aantal aanvarings-slachtoffers met windturbines ligt tussen 0 en de 63 vogelslachtoffers per turbine per jaar, met een maximum van 190 (Everaert 2014). De grote variatie in het aantal slachtoffers per turbine wordt geïllustreerd door onderzoek in de Eemshaven, een 'hot spot' voor vogels op seizoenstrek. Op deze ene locatie varieerden de aantallen slachtoffers per windturbine tussen de 1 en 213 vogels per jaar (Klop & Brenninkmeijer 2014).

Onderzoek bij windparken met windturbines van $\geq 1,5$ MW heeft aangetoond dat de slachtofferaantallen per windturbine vergelijkbaar zijn met de aantallen bij kleinere windturbines (Krijgsveld *et al.* 2009, Smallwood & Karas 2009). Het aantal aanvaringen per windturbine neemt dus niet lineair met het rotoroppervlak toe. Dit impliceert een vermindering van het aantal aanvaringsslachtoffers met een toename van de omvang van windturbines (Everaert 2014). Daarnaast is er geen lineair verband tussen turbinehoogte en het aantal aanvaringen (Erickson *et al.* 2014). Grotere windturbines staan verder uit elkaar en de rotoren draaien op grotere hoogte boven de grond en vaak ook langzamer, waardoor vogels er makkelijker tussendoor en onderdoor kunnen vliegen, zoals in bovengenoemde studies het geval was.

Effecten op populatieniveau

Effecten op populatieniveau zijn voor de meeste soorten niet aan de orde (Zimmerling *et al.* 2013, Erickson *et al.* 2014, Grünkorn *et al.* 2016). Aanwijzingen voor populatie-effecten zijn tot nu toe vooral gevonden voor langzaam reproducerende soorten, wanneer die in relatief hoge aantallen aanvaringsslachtoffer worden. Voorbeelden hiervan zijn sommige zeevogelsoorten (Stienen *et al.* 2007) en roofvogelsoorten (Bellenbaum *et al.* 2013, Grünkorn *et al.* 2016). In het algemeen geldt dat effecten op populatieniveau verwacht kunnen worden wanneer een windpark gesitueerd is op een locatie met veel vliegbewegingen van soorten die een hoog aanvaringsrisico kennen, zoals in bovengenoemde studies het geval was. Een passende locatiekeuze, zowel van het windpark als van de individuele windturbines daarbinnen, is daarmee een belangrijke factor om negatieve effecten op vogelpopulaties te verkleinen (Balotari-Chiebao *et al.* 2015, Grünkorn *et al.* 2016).

Verstoring

Verstoringsreacties kunnen zich uiten in verandering in locatiekeuze, fysiologie en gedrag. Door de aanwezigheid van de windturbine en/of het geluid en de beweging van de draaiende rotorbladen, of door de verhoogde menselijke aanwezigheid (doorgaans voor onderhoud), kan een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark in lagere dichtheden worden benut, of als habitat in zijn geheel verloren gaan. Een dergelijke verstoring kan effect hebben op de reproductie en de overleving van individuen, met als gevolg veranderingen in populatieomvang (Whalen 2015, Zwart *et al.* 2016).

Factoren die een rol spelen bij verstoringseffecten

De verstoringssafstand en de mate waarin vogels verstoord worden verschilt per soort, seizoen, locatie en functie van het gebied voor de vogels en is ook afhankelijk van de omvang en lay-out van het windpark. Verder geldt dat in de meeste gevallen niet alle vogels binnen de beschreven verstoringssafstanden verdwijnen, maar dat de aantallen lager zijn in vergelijking met soortgelijke gebieden zonder de verstoring-bron. Voor de meeste soorten wordt aangenomen dat buiten het broedseizoen de verstoringssafstand toeneemt met de omvang van het windpark. Voor ganzen, smient, kievit en goudplevier is deze relatie statistisch significant (Hötter *et al.* 2006). Sommige studies tonen aan dat vogels gewend kunnen raken aan wind-turbines (Madsen & Boertmann 2008, Fijn *et al.* 2012), terwijl bij andere juist een afname in vogeldichtheden in de tijd is geconstateerd (Hötter *et al.* 2006). Daarnaast is voor verschillende soorten, waaronder verschillende zangvogel- en roofvogelsoorten, aangetoond dat ze niet of weinig beïnvloed worden door de aanwezigheid van de windturbines (Hötter *et al.* 2013, Stevens *et al.* 2013, Hale *et al.* 2014, Hernández-Pliego *et al.* 2015). Grotere, langzaam draaiende turbines zouden, doordat ze rustiger lijken, een minder verstoring effect kunnen hebben. Ze zijn echter veel groter, hetgeen even goed tot meer verstoring kan leiden. Een studie bij 1 MW turbines duidde in ieder geval niet op een verstoring die wezenlijk anders was dan bij kleine turbines (Schekkerman *et al.* 2003). Volgens recente gegevens kan tijdens de bouwphase van een windpark meer verstoring optreden dan tijdens de operatiefase (Birdlife Europe 2011).

Broedvogels

In de gebruiksfase hebben windturbines in het algemeen een beperkte versturende invloed op broedvogels (Pearce-Higgins *et al.* 2009). Bij veel soorten zijn in het geheel geen versturende effecten in de broedperiode aangetoond, en waar dat wel het geval is, zijn de effectafstanden geringer dan die buiten de broedperiode. Doordat vogels in het broedseizoen doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner dan buiten het broedseizoen.

De meeste soorten roofvogels vertonen geen vermijding van windparken. In verschillende studies konden geen statistisch aantoonbare effecten worden gevonden van windturbines op het aantal nesten, nestplaatskeuze en/of foerageer-en -areaal in het broedseizoen (Bellebaum *et al.* 2013, Hötter *et al.* 2013, Balotari-Chiebao *et al.* 2015, Hernández-Pliego *et al.* 2015, Grünkorn *et al.* 2016).

Steltlopers die in de open agrarische gebieden van NW-Europa broeden (o.a. kievit, wulp en scholekster), mijden windparken veelal tot maximaal 100 m (Steinborn *et al.* 2011, Steinborn & Steinmann 2014). Voor broedende zangvogels in dezelfde gebieden (o.a. veldleeuwerik, gele kwikstaart, roodborsttapuit) zijn tot nu toe geen of slechts geringe (< 50 m) verstoringseffecten vastgesteld. Alleen voor de gras-pieper laten verschillende onderzoeken uiteenlopende resultaten zien en kan op basis hiervan niet worden uitgesloten dat de soort tot circa 100 m verstoord wordt (Steinborn *et al.* 2011).

Voor broedvogels van bos en halfopen gebied zijn geen of in slechts beperkte mate effecten van windturbines op de aantallen en ruimtelijke verspreiding vastgesteld (Garcia *et al.* 2015, Reichenbach 2015). De dichtheid van vogels in de directe omgeving van windturbines in bossen verschilde niet van die in nabijgelegen ongestoorde referentiegebieden. Tijdens de aanleg vond wel een tijdelijke terugval in aantal territoria plaats, maar in de gebruiksfase namen alle soorten weer in aantal toe (Garcia *et al.* 2015). Daarnaast werd een (niet significant) verstoringseffect op vijf soorten spechten (maar niet de algemene grote bonte specht) gevonden tot 250 m afstand (Reichenbach 2015).

Foeragerende en rustende vogels buiten het broedseizoen

Onder een aantal vogelsoorten van agrarische gebieden (o.a. zaadeters, kraaiachtigen en leeuweriken) konden ook buiten het broedseizoen geen significante verstoringseffecten van windturbines worden vastgesteld (Devereux *et al.* 2008, Steinborn *et al.* 2011). Echter, voor veel vogelsoorten zijn wel versturende effecten van windturbines buiten de broedperiode vastgesteld. Als maximum verstoringafstand van windturbines op niet-broedende vogels wordt over het algemeen 600 m gebruikt (Birdlife Europe 2011), maar dit is sterk soort-specifiek en bedraagt meestal kleinere afstanden. De gemiddelde verstoringafstand voor zwanen-, ganzen- en enkele steltlopersoorten, zoals wulp, kievit en goudplevier, ligt bijvoorbeeld tussen 150-400 m (Hötter *et al.* 2006, Steinborn *et al.* 2011, Langgemach & Dürr 2015). Voor de meeste andere soort(groep)en die buiten het broedseizoen in groepen rusten of foerageren (o.a. eenden, meeuwen, duiven, spreeuw), vormen verstoringafstanden van 100-200 m

veelal de bovengrens (Winkelman 1989, Hötter *et al.* 2006, Steinborn *et al.* 2011). Alle voornoemde soortgroepen vertonen soms gewinning voor windparken. Zo is bij kleine rietganzen in een tienjarige studie vastgesteld dat de vogels steeds dichterbij windturbines zijn gaan foerageren en op een gegeven moment tussen de windturbines verbleven (Madsen & Boertman 2008). Verder lijkt de omvang van het effect ook afhankelijk te zijn van het voedselaanbod. Bijvoorbeeld, voor brandganzen en kleine zwanen is vastgesteld dat beide soorten een grotere afstand tot de windturbines aanhouden aan het begin van de winter, wanneer meer voedsel beschikbaar is, dan aan het eind van de winter (Fijn *et al.* 2012). Ook is aangetoond dat een relatief grotere verplaatsing van vogels kan optreden als in de directe omgeving alternatieve foerageergebieden aanwezig zijn. Zo vermeerde ongeveer 75% van de kieviten een graslandpolder na de plaatsing van vier windturbines en verbleef in een nieuw aangelegd natuurgebied enkele kilometers verderop (Beuker & Lensink 2010).

Barrièrewerking

Bij nadering van een windpark passen vrijwel alle vogels hun vliegroutes aan, ofwel door het gehele windpark, ofwel door individuele turbines te vermijden. Dit gedrag vermindert weliswaar de kans op een aanvaring, maar kan leiden tot een verhoogd energieverbruik. De reacties zijn afhankelijk van het type windturbine en de omvang van het windpark, en verschillen ook binnen een soort en tussen soorten. Als het windpark in een groot cluster of in een lange lijn is opgesteld, kan het door de verhoogde vliegcosten voor vogels een barrière in een vliegroute worden. Dit zou kunnen leiden tot het onbereikbaar of onbruikbaar worden van foerageer- of rust-gebieden. Om barrièrewerking te minimaliseren kunnen windparken zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen van turbines voorkomen worden of op bepaalde afstanden met openingen onderbroken worden. Het opschalen van windparken heeft een gunstig effect, omdat bij een toename van de turbineomvang de tussenafstand tussen turbines ook groter wordt (Smallwood & Karas 2009, Everaert 2014).

Literatuurlijst

- Balotari-Chiebao, F., J.E. Brommer, T. Niinimäki, & T. Laaksonen, 2015. Proximity to wind-power plants reduces the breeding success of the White-tailed Eagle. *Anim. Conserv.* 19: 265-272.
- Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen, 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *J. Nature Conserv.* 21: 394-400.
- Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Birdlife Europe, 2011. Meeting Europe's renewable energy targets in harmony with nature. RSPB, Sandy, UK.
- Desholm, M., A.D. Fox, P.D.L. Beasley & J. Kahlert, 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis* 148: 76-89
- Erickson, W.P., M.M. Wolfe, K.J. Bay, D.H. Johnson & J.L. Gehring, 2014. A comprehensive analysis of small-passerine fatalities from collision with turbines at wind energy facilities. *PLoS ONE* 9(9).

- Everaert, J., K. Devos & E. Kuijken, 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport 2002.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Everaert, J., 2014. Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Study* 61: 220-230.
- Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, W. Tijssen, H.A.M. Prinsen, & S. Dirksen, 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* wintering near a wind farm in the Netherlands. *Wildfowl* 62: 97-116.
- Garcia, D. A., G. Canavero, F. Ardenghi & M. Zamborn, 2015. Analysis of wind farm effects on the surrounding environment: Assessing population trends of breeding passerines. *Renewable Energy* 80: 190-196.
- Gove, B., R. Langston, A. McCluskie, J. D. Pullan & I. Scrase, 2013. Windfarms and birds: an updated analysis of the effect of wind farm on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. BirdLife International on behalf of the Bern Convention, Strasbourg, 89.
- Grünkorn, T., J. Blew, T. Coppack, O. Krüger, G. Nehls, A. Potiek, M. Reichenbach, J. von Rönn, H. Timmermann & S. Weitekamp, 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.
- Hale, A.M., E.S. Hatchett, J.A. Meyer & V.J. Bennett, 2014. No evidence of displacement due to wind turbines in breeding grassland songbirds. *The Condor* 116: 472-482.
- Hernández-Pliego, J., M. de Lucas, A.R. Muñoz & M. Ferrer, 2015. Effects of wind farms on Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in southern Spain. *Biol. Conserv.* 191: 452-458.
- Hötter, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hötter, H., O. Krone & G. Nehls, 2013. Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH. Berghusen, Berlin, Husum.
- Klop, E. & A. Brenninkmeijer, 2014. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014, Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. *Ardea* 97: 357-366.
- Langgemach, T. & T. Dürr, 2015. Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Landesamt für Umwelt Brandenburg, Nennhausen.
- Madsen, J. & D. Boertmann, 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. *Landscape Ecol.* 23: 1007-1011.

- Martin, G.R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- Morinha, F., P. Travassos, F. Seixas, A. Martins, R. Bastos, D. Carvalho, P. Magalhães, M. Santos, E. Bastos & J.A. Cabral, 2014. Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study* 61: 255-259.
- Oliver, P., 2013. Flight heights of Marsh Harriers in a breeding and wintering area. *British Birds* 106: 405-408.
- Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, R.H.W. Langston, I.P. Bainbridge & R. Bullman, 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *J. Appl. Ecol.* 46: 1323-1331.
- Reichenbach, M., 2015. Gefährdung von Vögeln durch Windkraftanlagen. UVP-Report 29: 179-184.
- Schekkerman, H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdiijk. Alterra, Wageningen.
- Smallwood, K.S. & B. Karas, 2009. Avian and bat fatality rates at old-generation and repowered wind turbines in California. *J. Wildl. Manage.* 73: 1062-1070.
- Steinborn, H. & P. Steinmann, 2014. 13 Jahre später - wie entwickeln sich die Wiesenvogelbestände im Windpark Hinrichsfehn? Positionen 06/2014. Arsu GmbH, Oldenburg.
- Steinborn, H., M. Reichenbach & H. Timmermann, 2011. Windkraft - Vögel - Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Arsu GmbH, Oldenburg.
- Stevens, T.K., A.M. Hale, K.B. Karsten, & V.J. Bennett, 2013. An analysis of displacement from wind turbines in a wintering grassland bird community. *Biodiv. Conserv.* 22: 1755-1767.
- Stienen, E.W.M., J. van Waeyenberge, E. Kuijken & J. Seys, 2007. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: the potential impact of offshore windfarms and seabirds. In: M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds.), *Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation*. Quercus. Madrid.
- Welcker, J., M. Liesenjohann, J. Blew, G. Nehls & T. Grünkorn, 2016. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. *Ibis* 159: 366-373.
- Whalen, C.E., 2015. Effects of wind turbine noise on male Greater Prairie-Chicken vocalizations and chorus. M.S. thesis, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE, USA.
- Whitfield, D.P. & M. Madders, 2006. Flight height in the Hen Harrier *Circus cyaneus* and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. Natural Research Information Note 2. Natural Research Ltd, Banchory, UK.
- Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15. RIN, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92/2. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra, Wageningen.

- Zimmerling, J.R., A.C. Pomeroy, M.V. d'Entremont & C.M. Francis, 2013. Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. *Avian Conserv. Ecol.* 8(2): 10.
- Zwart, M.C., J.C. Dunn, P.J.K. McGowan & M.J. Whittingham, 2016. Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. *Behav. Ecol.* 27: 101-108.

Bijlage 4 Windturbines en vleermuizen

Algemeen

Ruim de helft van de Europese soorten vleermuizen is als slachtoffer van windturbines gevonden (Dürr, 2013). Vleermuissoorten die relatief vaak als slachtoffer worden aangetroffen zijn *aerial hawkers*, soorten die zijn aangepast aan het vliegen in open omgeving. Slachtoffers treden vooral op in de nazomer en herfst, ook bij de niet migrerende soorten (Rydell *et al.* 2010a). Waarschijnlijk komen insecten in die tijd van het jaar geregeld op grote hoogte voor en verzamelen zich dan rond objecten zoals windturbines (Rydell *et al.* 2010b). Dit verklaart tevens de aantrekkende werking die windturbines hebben op vleermuizen (Cryan *et al.* 2014).

Schattingen van het aantal slachtoffers kunnen oplopen tot enkele tientallen slachtoffers per windturbine per jaar. De windparken met het grootste aantal slachtoffers liggen op beboste heuvelruggen die evenwijdig aan de trekrichting lopen en in de kustzone (Rydell *et al.* 2010a). In Nederland zijn behalve de bossen en de kustzone ook de oevers van de grote meren risicolocaties (Boonman *et al.* 2010). In Nederland is echter nog weinig systematisch onderzoek naar de effecten van windturbines op vleermuizen gedaan (Limpens *et al.* 2013).

Aanvaringsrisico

Vleermuizen komen om het leven door direct trauma als gevolg van een aanvaring met een draaiend rotorblad maar ook door de sterke onderdruk die zich achter een draaiend rotorblad bevindt (barotrauma; Bearwald *et al.* 2008; Grodsky *et al.* 2011). Sterfte komt vooral voor bij windsnelheden (op gondelhoogte) tussen de 3 en 5 m/s (Korner-Nievergelt *et al.* 2013). Bij hogere windsnelheden neemt de activiteit van vleermuizen sterk af. Ze zoeken dan luwe plekken op en vliegen niet meer op hoogte. Bij zeer lage windsnelheden draaien de rotorbladen te langzaam om slachtoffers te veroorzaken.

Welke dieren lopen risico?

Zowel mannetjes als vrouwtjes en zowel adulte en onvolwassen dieren worden als slachtoffer gevonden (Brinkmann & Schauer-Weisshahn 2004). Jonge dieren zijn bij de rosse vleermuis oververtegenwoordigd (Lehnert *et al.* 2014), bij andere soorten is dat niet aangetoond. Slachtoffers betreffen met name soorten die in open omgeving op grotere hoogte jagen. In Nederland lopen vooral gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis, bosvleermuis, laatvlieger en tweekleurige vleermuis risico. Een aantal van deze soorten (bosvleermuis, tweekleurige vleermuis) is echter zeldzaam en tot dusver nog niet als slachtoffer in Nederlandse windparken aangetroffen.

De meeste slachtoffers worden in de nazomer gevonden (Arnett *et al.* 2007; Brinkmann *et al.* 2011). Dit is waarschijnlijk de tijd van het jaar waarin insecten talrijker zijn op grotere hoogte (Rydell *et al.* 2010b). Daarnaast trekken in deze periode een groot aantal ruige dwergvleermuizen en in mindere mate ook rosse vleermuizen door ons land.

Risicolocaties

De windparken met het grootste aantal slachtoffers staan op beboste heuvelruggen die evenwijdig aan de trekrichting lopen en in de kustzone. Windturbines in bossen hebben een verhoogd risico op slachtoffers (Rydell *et al.* 2010a). Met name in loofbossen zijn vleermuizen relatief talrijk. Daarnaast zorgt het bos voor een verhoogde vlieghoogte (Bach & Bach 2009). Ook voor turbines die dichtbij bomen of hagen zijn geplaatst geldt een verhoogd risico op slachtoffers (Eurobats Advisory Committee 2005). Deze structuren in het landschap vormen vlieg- en foerageerroutes voor vleermuizen. In open gebieden worden weinig of geen slachtoffers gevonden (Brinkmann & Schauer-Weissahn 2004; Rydell *et al.* 2010a). In Nederland is in de intensief gebruikte agrarische gebieden gemiddeld genomen sprake van één slachtoffer per turbine per jaar (Limpens *et al.* 2013). In de kustzone of de oevers van grote meren kunnen in Nederland meer dan 10 slachtoffers per turbine per jaar optreden (Boonman *et al.* 2010). In windparken op zee zal het aantal slachtoffers lager liggen door het ontbreken van niet-migrerende soorten zoals de gewone dwergvleermuis maar ook hier is het optreden van slachtoffers niet uit te sluiten (Cum effects). Ook moderne windturbines met een zeer grote ashoogte (zoals de Enercon E126) veroorzaken slachtoffers (eigen waarneming). Er is vermoedelijk geen duidelijk effect van opschaling omdat twee effecten een rol spelen die in tegengestelde richting werken. De activiteit neemt af met toenemende hoogte (Brinkmann *et al.* 2011) maar tegelijkertijd neemt de oppervlakte die door de rotorbladen bestreken wordt, sterk toe omdat hogere turbines ook langere rotorbladen hebben.

Populatie effecten

Er is nog weinig bekend over effecten van aantallen aanvaringsslachtoffers op populatieniveau. Bij enkele slachtoffers per turbine per jaar kan het totaal aantal (geschatte) slachtoffers bij grote windparken aanzienlijk oplopen. Bij effectbeoordelingen wordt, in navolging van bij vogels¹⁰, uitgegaan van een drempelwaarde van 1% van de natuurlijke sterfte. Indien het aantal slachtoffers onder deze waarde blijft zijn effecten op populatieniveau op voorhand uit te sluiten. Risicosoorten, zijn vleermuissoorten die een relatief hoge natuurlijke sterfte hebben (ruige dwergvleermuis 33% Schmidt 1994; rosse vleermuis 44% Heise & Blohm 2003). Populatie effecten zijn bij de migrerende soorten waarschijnlijk niet direct waarneembaar in Nederland. Ruige dwergvleermuizen en een deel van de rosse vleermuizen die in Duitsland (en naar alle waarschijnlijkheid ook in Nederland) slachtoffer worden in windparken komen uit het noordoosten van Europa (Voigt *et al.* 2012; Lehnert *et al.* 2014).

Bepaling van de omvang van het risico

In bestaande windparken kan het aantal slachtoffers bepaald worden door het zoeken naar dode vleermuizen onder windturbines (Boonman *et al.* 2013). Daarnaast kan het

¹⁰ Uitspraak Europese Hof m.b.t. criterium ORNIS-comité HvJ EG 9 december 2004, zaak C-79/03, Commissie / Spanje; uitspraak van de ABRS in zaaknr. 201107460/1/R1 m.b.t. vleermuizen.

aantal slachtoffers berekend worden door de geluiden die vleermuizen maken op te nemen vanuit de gondel van windturbines. Aan de hand van het aantal opnames en de windsnelheid kan het aantal slachtoffers berekend worden (Brinkmann *et al.* 2011, Korner-Nievergelt 2013).

Voorafgaand aan de bouw van windparken is het veel moeilijker om het aantal slachtoffers te bepalen dat na realisatie zal gaan optreden. Er is namelijk geen (statistisch) significant verband tussen de activiteit van vleermuizen op grondhoogte gedurende de pre-constructie fase en het aantal slachtoffers tijdens de exploitatie (Hein *et al.* 2013; Heist 2014). Om die reden is het verstandiger om uit te gaan van literatuuropgaven van het aantal slachtoffers in vergelijkbare gebieden. Zulke opgaven variëren echter geregeld (bijvoorbeeld 0-3 slachtoffers / turbine). Door metingen van de activiteit van vleermuizen kan bekeken worden of er risico soorten in een gebied voorkomen en of sprake is van veel of weinig activiteit. Wanneer we bossen buiten beschouwing laten, is de activiteit van vleermuizen namelijk in alle gevallen hoger op grondhoogte dan op gondelhoogte (Bach & Bach 2009; Brinkmann *et al.* 2011; Rodrigues *et al.* 2012; Limpens *et al.* 2013). Ook tijdens de migratie lijken ruige dwergvleermuizen een vlieghoogte te verkiezen waarop ze vanaf de grond goed waar te nemen zijn met een batdetector (Suba 2014). Door onderzoek vanaf de grond wordt de activiteit van vleermuizen dus niet stelselmatig onderschat. Dit geeft aan dat onderzoek vanaf grondhoogte bruikbaar kan zijn om te bepalen welke literatuuropgaven het meest realistisch zijn voor een gepland windpark.

Maatregelen

Er bestaan vleermuisvriendelijke algoritmen waarmee het aantal slachtoffers tot 80-90 % omlaag gebracht kan worden met een bijbehorend verlies aan energieopbrengst van minder dan 1% (Lagrange *et al.* 2013). De algoritmen maken gebruik van het gegeven dat vleermuizen vrijwel alleen bij lage windsnelheid (op gondelhoogte) in windparken voorkomen. Gedurende de omstandigheden waarin de kans op slachtoffers het hoogst is (hoge temperatuur, zomer, nacht) wordt de startwindsnelheid verhoogt en wordt ervoor gezorgd dat de rotorbladen in vrijloop langzaam draaien of stilstaan (< 1 rpm). Het verhogen van de startwindsnelheid kan naar een vaste waarde (vaak 5 m/s). In Canada en de V.S. heeft dit geleid tot een reductie van 60-80 % van het aantal slachtoffers met bijbehorend verlies aan energieopbrengst van 2% (Baerwald *et al.* 2009; Arnett *et al.* 2009). Andere methodes die gebruik maken van een variabele startwindsnelheid aangestuurd door de tijd van de nacht en temperatuur (Lagrange *et al.* 2013) zijn effectiever. In Duitsland is een algoritme ontwikkeld waarmee het aantal slachtoffers gereduceerd kan worden tot een vooraf gekozen waarde (bijvoorbeeld 1 slachtoffer/turbine/jaar; Brinkmann *et al.* 2011). De beste resultaten worden bereikt wanneer het algoritme gebaseerd is op de gemeten activiteit van vleermuizen in het windpark zelf.

Er zijn diverse andere methodes uitgetest om het aantal slachtoffers te verlagen (acoustic deterrent, radar, de kleur van een windturbine veranderen; Horn *et al.* 2008, Nicholls & Racey 2009; Long *et al.* 2010). Geen van deze methodes is tot dusver effectief gebleken.

Literatuur

- Arnett, E.B., W. K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley, Jr., 2007. Patterns of bat fatalities at wind farms in North America. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 61-78.
- Arnett E.B., M. Shirmacher, M. Huso, J.P. Hayes 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. Annual report to the bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International Austin, TX. http://www.batsandwind.org/pdf/Cutailment_2008_Final_Report
- Bach, L. & P. Bach, 2009. Fledermausaktivität in und über einem Wald am Beispiel eines Naturwaldes bei Rotenburg/Wumme (Niedersachsen). Vortrag Fachtagung Fledermausschutz im Zulassungsverfahren für Windenergieanlagen, Berlin, 30.3.2009. Landesvertretung Brandenburgs beim Bund, Berlin.
- Bearwald E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18: 695-696.
- Baerwald E.F., J. Edworthy, M. Holder & R.M.R. Barclay 2009. A large scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *J. Wildl. Management* 73:1077-1081.
- Brinkmann R., O. Behr, I. Niermann, and M. Reich. 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, volume 4 Umwelt und Raum. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Boonman, M., H.J.G.A. Limpens, M.J.J. La Haye, M. van der Valk & J.C. Hartman, 2013. Protocolen vleermuisonderzoek bij windturbines. Rapport 2013.28. Rapport 13-186. Bureau Waardenburg / Zoogdierverseniging, Culemborg / Nijmegen.
- Boonman, M., D. Beuker, M. Japink, K.D. van Straalen, M. van der Valk, R.G. Verbeek 2011. Vleermuizen bij windpark Sabinapolder in 2010. Rapport 10-247 Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Boonman M., M.P. Collier, M.J.M. Poot 2014. Cumulative effects of offshore wind farms in the Southern North Sea on bats. Notitie 14-408/14.07021/MarPo Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Cryan. P. M., P.M. Gorresen, C. D. Hein, M. R. Schirmacher, R. H. Diehl, M.M. Huso, D.T. S. Hayman, P.D. Fricker, F.J. Bonaccorso, D.H. Johnson, K. Heist & D.C. Dalton 2014. Behavior of bats at wind turbines. <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1406672111>.
- Dürr, T., 2013. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg. Stand 25.09..2013. www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/.../wka_fmaus.xls.
- Eurobats Advisory Committee, 2005. 10th Meeting of the Advisory Committee. Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations. Eurobats Secretariat, Bonn, Deutschland.
- Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Brake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd, N.L. Walrath (2011). Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *J. Mammal.* 92(5): 917-925.
- Hein, C. D., J. Gruver, & E. B. Arnett. 2013. Relating pre-construction bat activity and post-construction bat fatality to predict risk at wind energy facilities: a

- synthesis. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International, Austin, TX, USA.
- Heise G. & T. Blohm 2003. Zur Altersstruktur weiblicher Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Uckermark. *Nyctalus* (N.F.) 9: 3-13.
- Heist, K. 2014. Assessing Bat and Bird Fatality Risk at Wind Farm Sites using Acoustic Detectors. A DISSERTATION SUBMITTED TO THE FACULTY OF THE UNIVERSITY OF MINNESOTA.
- Horn J.W., E.B. Arnett, M. Jensen & T.H. Kunz 2008. Testing the effectiveness of an experimental acoustic bat deterrent at the maple ridge wind farm. Report to the bats and wind energy cooperative. Bat Conservation International Austin, TX. <http://www.batsandwind.org>
- Korner-Nievergelt F, Brinkmann R, Niemann I, Behr O (2013) Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. *PLoS ONE* 8(7): e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997
- Lagrange H., P. Rico, Y. Bas, A.-L. Ughetto, F. Melki, C. Kerbiriou 2013. Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment: results from 4 years of testing CHIROTECH®. Book of abstracts CWE, Stockholm.
- Long C.V., J.A. Flint, P.A. Lepper 2010. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *Eur. J. Wildlife Res.* DOI 10.1007/s 10344-0100432-7.
- Lehnert LS, Kramer-Schadt S, Schönborn S, Lindecke O, Niemann I, Voigt CC (2014) Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. *PLoS ONE* 9(8): e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106
- Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.
- Nicholls, B. P.A. Racey 2009. The aversive effect of electromagnetic radiation on foraging bats – A possible means of discouraging bats from approaching wind turbines. *PLoS ONE* 4(7): e6246.
- Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010a. Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2).
- Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research* 56: 823-827.
- Schmidt A. 1994. Phanologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhaufledermaus *Pipistrellus nathusii* in Ostbrandenburg. *Nyctalus* 5:77-100.
- Suba, J. 2014. Migrating Nathusius's pipistrelles *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera: Vespertilionidae) optimise flight speed and maintain acoustic contact with the ground. *Environmental and Experimental Biology* (2014) 12: 7–14.
- Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niemann, S. Kramer-Schadt 2012. The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international conservation. *Biological Conservation* 153: 80-86.

Bijlage 5 Aeries berekening

PM aan te leveren door Bosch & van Rijn

Bijlage 6 Flux Collision Model

Met behulp van het Flux-Collision Model (Kleyheeg-Hartman *et al.* 2018) kan voor een bepaalde soort(groep) voorspeld worden hoeveel aanvaringsslachtoffers er ongeveer in een (gepland) windpark zullen vallen. Om deze berekening uit te kunnen voeren zijn gegevens nodig van de vogelflux door het windpark, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines. Daarnaast is voor de betreffende soort(groep) een aanvaringskans nodig die vastgesteld is door veldonderzoek naar flux en aanvaringsslachtoffers in een ander al bestaand zogenaamd 'referentiewindpark'. Om de berekening volledig uit te kunnen voeren zijn ook van dit referentiewindpark gegevens nodig van de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines.

Voor de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers via het Flux-Collision Model wordt onderstaande formule gebruikt die eerder door Troost (2008) is beschreven en die op enkele punten door Bureau Waardenburg is aangepast:

$$c = b * h * (1 - a_macro) * h_cor * (r/r_ref) * (e/e_ref) * p_cor * p$$

Waarin:

c	=	aantal slachtoffers in het windpark
b	=	vogelflux
h	=	fractie vogels die op turbinehoogte vliegt (tussen grond en tiphoogte)
a_macro	=	fractie vogels die om of over het windpark heen vliegt
h_cor	=	correctie voor het verschil in het aandeel vogels op rotorhoogte tussen het te beoordelen windpark en het referentiewindpark
r	=	fractie van het vlak waarin de rotoren draaien, dat bedekt wordt door de rotor (berekend voor 1 turbine)
r_ref	=	fractie van het vlak waarin de rotoren draaien, dat bedekt wordt door de rotor in het referentiewindpark (berekend voor 1 turbine)
e	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het windpark gepasseerd wordt
e_ref	=	gemiddeld aantal turbines dat per passage van het referentiewindpark gepasseerd wordt
p_cor	=	correctie van de aanvaringskans voor het verschil in het formaat van de rotor (en daaraan gerelateerde rotorsnelheid en breedte van de rotorbladen) tussen het referentiewindpark en het te beoordelen windpark
p	=	aanvaringskans

b, h en a_macro

De factoren b, h en a_macro bepalen samen de vogelflux door het windpark. De vogelflux (b) betreft het totaal aantal vogels dat in een bepaalde tijdspanne (jaar,

maand, dag) over de locatie van het (geplande) windpark vliegt. Afhankelijk van de manier waarop de flux (b) is gemeten of ingeschat (zowel in het plangebied als in het referentiewindpark), wordt gebruik gemaakt van de factoren h en a_macro om de totale flux op een bepaalde locatie naar beneden bij te stellen tot de flux die daadwerkelijk door het windpark vliegt. Als de flux van vogels (b) tot op grote hoogte boven het windpark bekend is (bijvoorbeeld inclusief seizoenstrek), kan met de factor h aangegeven worden welke fractie van deze flux (ongeveer) op turbinehoogte passeert. Vaak is de vogelflux bepaald in een (nul)situatie zonder windturbines. In een situatie met windturbines zal over het algemeen een deel van de flux uitwijken voor de turbines door om het windpark heen te vliegen. De fractie van de flux die op deze manier uitwijkt voor het windpark wordt aangegeven met de factor a_macro. De factoren h en a_macro betreffen dus altijd getallen tussen 0 en 1. In sommige gevallen heeft de flux (b) al specifiek betrekking op het windpark en is in dit getal ook al rekening gehouden met uitwijking. In dat geval kan voor h 1 en voor a_macro 0 ingevuld worden.

h_cor

De factor a_macro omvat geen uitwijking onder de rotoren door, want deze uitwijking is al verwerkt in de aanvaringskans omdat deze (over het algemeen) berekend is op basis van de vogelflux door het totale referentiewindpark. Wanneer echter het aandeel vogels op rotorhoogte in het te beoordelen windpark sterk afwijkt van het aandeel vogels op rotorhoogte in het referentiewindpark is het wenselijk om hiervoor te corrigeren.

Voorbeeld: In windparken met kleine turbines (waaronder sommige referentiewindparken) is de flux over het algemeen evenredig over het verticale vlak van het windpark verdeeld. In windparken met grotere turbines (waar bijvoorbeeld veel vliegbewegingen van lokale vogels plaatsvinden) kan het echter zo zijn dat relatief meer vogels onder de rotoren door vliegen dan door het vlak waar de rotoren in draaien. Wanneer er in het te beoordelen windpark relatief gezien weinig vogels door de rotoren vliegen, zal de aanvaringskans die in het referentiewindpark is vastgesteld (waar een groter aandeel van de vogels op rotorhoogte vloog) te hoog zijn en dus omlaag gecorrigeerd moeten worden.

h_cor wordt berekend volgens de volgende formule:

$$h_{cor} = \text{fractie van de flux op rotorhoogte} / \text{fractie van de flux op rotorhoogte in referentiewindpark}$$

De fractie van de flux op rotorhoogte in het te beoordelen windpark betreft het aandeel van de flux die volgt uit de berekening ($b * h * (1 - a_{macro})$). Er hoeft hier dus niet nogmaals gecorrigeerd te worden voor vogels die (hoog) over het windpark heen vliegen.

r en r_ref

Deze twee factoren worden op dezelfde manier berekend op basis van de configuratie en afmetingen van het te beoordelen windpark (r) en het referentiewindpark (r_ref). De formule is voor beide factoren als volgt:

$$r_{\text{ref}} = \text{rotoroppervlak} / (\text{rotordiameter} * \text{gemiddelde afstand tussen turbines})$$

e en e_ref

Het aantal turbines dat een vogel tijdens een passage van het windpark gemiddeld passeert is afhankelijk van de configuratie van het windpark en de hoofdvliegrichting van de vogels door het windpark. De aanname voor e_ref is gekoppeld aan de manier waarop de flux (b) is bepaald. Bij het bepalen van deze flux is namelijk al nagedacht over de manier waarop vogels door het windpark vliegen. Voor een lijnopstelling wordt er vaak van uitgegaan dat de flux dwars door het windpark gaat (hoofdvliegrichting haaks op de lijnopstelling). In het geval van een lijnopstelling wordt dan ook over het algemeen aangenomen dat vogels één windturbine passeren, tenzij er duidelijke aanwijzingen zijn dat dit niet het geval is.

Wanneer de configuratie van het windpark min of meer vierkant is (en vogels over het algemeen vanuit alle richtingen door het windpark vliegen) wordt e_ref vaak berekend als de wortel van het totaal aantal turbines.

p_cor

Met deze factor wordt gecorrigeerd voor het verschil in rotoroppervlak (en de daaraan gerelateerde rotorsnelheid en breedte van de rotorbladen) tussen de turbines van het te beoordelen windpark en de turbines van het referentiewindpark. Bij een grotere rotor (die relatief langzamer draait en bredere rotorbladen heeft) is de aanvaringskans per vierkante meter rotoroppervlak kleiner dan bij een kleinere rotor. De formule voor p_cor is gebaseerd op de theoretische relatie tussen aanvaringskans en rotoroppervlak, afgeleid van het Band Model (Band *et al.* 2007). p_cor wordt berekend op basis van de volgende formule:

$$p_{\text{cor}} = 0,9785 * (O / O_{\text{ref}})^{-0,26}$$

Waarin:

O	=	rotoroppervlak van de windturbines van het te beoordelen windpark
(m ²)		
O_ref	=	rotoroppervlak van de windturbines van het referentiewindpark
(m ²)		

p

Deze factor betreft de aanvaringskans die voor de betreffende soort(groep) is vastgesteld in een referentiewindpark. Indien voor een soort(groep) meerdere aanvaringskansen beschikbaar zijn wordt met al deze aanvaringskansen het aantal aanvaringsslachtoffers berekend en wordt in de rapportage de gemiddelde uitkomst

gepresenteerd. Sommige in de literatuur beschikbare aanvaringskansen zijn gebaseerd op een te beperkt onderzoek m.b.t. flux of aantallen slachtoffers, waardoor de onzekerheidsmarge te groot wordt. Deze aanvaringskansen worden door Bureau Waardenburg daarom niet gebruikt in het Flux-Collision Model. De gebruikte aanvaringskans(en) worden in de rapportage gepresenteerd.

Literatuur

- Band, W., M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In De Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M., eds. *Birds and Wind Power*. Barcelona., Spain: Lynx Edicions.
- Kleyheeg-Hartman, J.C., K.L. Krijgsveld, M.P. Collier, M.J.M. Poot, A.R. Boon, T.A. Troost & S. Dirksen, 2018. Predicting bird collisions with wind turbines: Comparison of the new empirical Flux Collision Model with the SOSS Band model. *Ecological Modelling* 387, 144–153.
- Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird collisions Deltares v1-0.xls'. Appendix to report Z4513. Deltares, Delft.

Bijlage 7 Effecten van luchtvaartverlichting

In deze bijlage wordt een samenvatting gegeven van een overzicht van de kennis over effecten van luchtvaartverlichting op vogels en vleermuizen, opgesteld door Lensink & van der Valk (2013).

Vogels en verlichting

Inleiding

Vogels gebruiken verschillende natuurlijke fenomenen om zich tijdens de voorjaars- en najaarstrek te oriënteren en om te navigeren (zie voor overzicht Alerstam 1990, Berthold 1998): de sterrenhemel, het aardmagnetisch veld en zonsopkomst en zonsondergang in relatie tot daglengte. Verlichting ten behoeve van de luchtvaart zou kunnen interfereren met waarnemingen door vogels van de sterrenhemel en zo tot desoriëntatie kunnen leiden. Uit de literatuur zijn incidenten bekend waarbij rond verlichte objecten grote aantal slachtoffers onder vogels vallen. Deze onderzoeken kunnen worden gebruikt om het mogelijke risico voor vogels van luchtvaartverlichting op windturbines te duiden.

Waargenomen effecten

Uit de eerste helft van de twintigste eeuw zijn uit Europa (ook Nederland) verschillende nachten bekend waarin grote aantallen vogels zich dood vlogen tegen vuurtorens (Verheijen 1980, 1981). De kans op dergelijke incidenten is het grootst tijdens maanloze nachten (rond nieuwe maan). Door aanpassingen in de verlichting (afscherming tot begrensde bundel, plaatsen rekken rond de top (rustmogelijkheid) en bijlichten vanaf de grond) komen dergelijke incidenten in Nederland niet meer voor.

In de jaren negentig is aan het licht gekomen dat fel verlichte boorplatforms op de Noordzee tijdens donkere nachten grote aantallen trekvogels kunnen aantrekken en desoriënteren die vervolgens rondom het platform rondjes blijven vliegen (en door uitputting uiteindelijk in zee kunnen belanden) (Van de Laar 2007). Vervolgens is door gerichte experimenten aangetoond dat wanneer de verlichting wordt gedempt en wit licht wordt vervangen door groen licht, trekkende vogels boven de Noordzee niet meer worden gevangen door de platformverlichting (Poot *et al.* 2008).

Uit de Verenigde Staten is een groot aantal incidenten rond hoge zendmasten (TV) bekend waarbij tijdens één nacht grote aantallen slachtoffers onder trekkende vogels vallen (overzichten in Hebert *et al.* 1995, Trapp 1998). Deze masten variëren in hoogte tussen 100 en 600 m en zijn gemarkeerd door luchtvaartverlichting (rood). De aantallen slachtoffers variëren van enkele tot vele duizenden vogels. Uit Europa zijn geen opgaven van nachten met substantiële aantallen slachtoffers rond zendmasten bekend (samenvatting van alle gegevens te vinden in Lensink & Dirksen 1998). Experimenteel is vervolgens aangetoond dat desoriëntatie onder vogels optreedt bij lichtsterktes boven 30kW; dit is vergelijkbaar met 36.000 candela of meer. Nachtverlichting op windturbines

heeft in het algemeen slechts een sterkte van 2.000 candela (topverlichting) of 50 candela (mastverlichting).

De meest voorkomende soorten in de lijsten met slachtoffers behoren tot de 'Amerikaanse zangers' en minder tot de 'vireo's' en 'Amerikaanse lijsters'. Deze drie groepen specifiek in de nacht trekkende vogelsoorten komen in Europa niet voor. Van eenden, ganzen en zwanen, die ook massaal 's nachts kunnen trekken, zijn veel minder slachtoffers vastgesteld. Enerzijds lijkt dit een gevolg van de talrijkheid van de verschillende soorten in de lucht (dichtheid) in de VS, anderzijds is een verband met een mogelijk verschil in gebruikte oriëntatiemechanismen niet uitgesloten. Dit laatste zou kunnen verklaren waarom uit Europa (waar de drie eerdergenoemde families ontbreken) geen nachten met grote aantallen slachtoffers bekend zijn.

Een analyse van de nachten met grote aantallen slachtoffers (in de VS) leert dat deze samenvallen met gunstige omstandigheden voor het ondernemen van een trekvlucht in het gebied van herkomst waarbij de stroom vogels in de loop van de nacht een front ontmoet en vermoedelijk lager (onder de wolken) gaat vliegen. De meest waarschijnlijke hypothese is dat deze vogels zich dan door de luchtvaartverlichting laten misleiden en rond de zendmast blijven vliegen en verongelukken door aan aanvaring met een tuidraad. Ook hier geldt dat de grootste kans op aanvaringen gedurende donkere maanloze nachten is. Voorts komt uit de analyse bovendien dat slachtoffers vooral worden gevonden onder zendmasten die hoger dan 200 m zijn. Rond de eeuwwisseling heeft gericht onderzoek laten zien dat witte luchtvaartverlichting op zendmasten nauwelijks tot desoriëntatie leidt (Gauthreaux 1999).

Vleermuizen en verlichting

Inleiding

Er zijn twee typen reacties van vleermuizen op verlichting denkbaar:

- aantrekking;
- verstoring.

Het is mogelijk dat lichten insecten aantrekken, die als prooidieren voor vleermuizen aantrekkelijk zijn (Limpens *et al.* 2007). Het is ook mogelijk dat de (knipperende) lichten ultrasone geluiden produceren, die vleermuizen aantrekken (Arnett *et al.* 2008). Aantrekking zou kunnen leiden tot een hoger aantal vleermuisslachtoffers onder vleermuizen.

Het is evengoed mogelijk dat vleermuizen worden afgestoten door de verlichting van windturbines, aangezien veel soorten vleermuizen geacht worden lichtschuw te zijn (Limpens *et al.* 1997, Kuijper *et al.* 2008). Ook ultrasone geluiden kunnen verstoring zijn (Arnett *et al.* 2008). Afstoting dan wel verstoring zou kunnen leiden tot een lager aantal vleermuisslachtoffers maar ook tot verlies van foerageergebied en/of barrièrewerking.

Waargenomen effecten

Bij Amerikaans onderzoek is gezocht naar verschillen in aantallen vleermuisslachtoffers tussen windturbines zonder verlichting en turbines met knipperende witte, knipperende rode en continu rode verlichting. De verlichting was “aviation lighting”, dus verlichting vanwege de vliegveiligheid. Daarbij werden geen statistisch significante verschillen gevonden in aantallen slachtoffers (Arnett *et al.* 2005, Arnett *et al.* 2008, GAO, 2005, Johnson *et al.* 2003, Winkelman *et al.* 2008). De auteurs geven zekerheidshalve aan dat continue witte verlichting niet is onderzocht. Er zijn geen aanwijzingen, dat een dergelijke verlichting wel van invloed zou zijn op de aantallen gedode vleermuizen dan wel het aanvaringsrisico van vleermuizen (Kunz *et al.* 2007a, b). Eurobats (Rodrigues *et al.* 2008) beveelt overigens wel aan hier nader onderzoek naar te doen. De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat navigatieverlichting geen effect heeft op het aanvaringsrisico van vleermuizen. Er zijn ons geen Europese onderzoeken bekend waarin het effect van verlichting op het aanvaringsrisico van navigatieverlichting is onderzocht. Er zijn ons evenmin redenen bekend waarom de conclusie van het Amerikaanse onderzoek niet overgenomen zou kunnen worden.

Voor verlichting op betonning ten behoeve van de veiligheid van de scheepvaart geldt hetzelfde als voor verlichting ten behoeve van het vliegverkeer: deze zou kunnen aantrekken of afstoten. Hierbij geldt wel steeds dat scheepvaartverlichting zich juist boven de waterspiegel bevindt. Bij aantrekking blijven vleermuizen dan nog steeds weg uit het vlak van de rotor. Bij afstoten blijven de dieren op grotere afstand van de opstelling. Daarnaast is scheepvaartverlichting alleen relevant voor soorten die boven groot open water kunnen foerageren, zoals watervleermuis en meervleermuis.

Overige verlichting

Winkelman *et al.* (2008) wijzen nog op de mogelijke effecten van verlichting van windturbines, anders dan navigatieverlichting, zoals verlichting op gebouwen of langs onderhoudswegen. Deze verlichting zou geminimaliseerd moeten worden, om effecten op vleermuizen te minimaliseren. Hiermee zou mogelijk het risico voor vleermuizen verminderd kunnen worden, omdat verschillende soorten (waaronder de risicosoorten rosse vleermuis, ruige dwergvleermuis en gewone dwergvleermuis) graag bij kunstmatige verlichting foerageren omdat deze insecten kan aantrekken.

Conclusies ten aanzien van luchtvaartverlichting op windturbines

De luchtvaartverlichting wordt op windturbines meestal bovenop de as (topverlichting, deze is naar beneden toe afgeschermd) geplaatst, en aan de mast (mastverlichting).

De sterkte van de verlichting op de masten is vele malen zwakker dan die van een vuurtoren of een platform op zee (cf. Poot *et al.* 2008). Een risico zoals voorheen voor vuurtorens of platforms gold, is derhalve niet aan de orde. De masten zullen door hun relatief zwakke verlichting niet als een heldere ster functioneren die op tientallen

kilometers afstand zichtbaar is in een verder donkere omgeving. Door Bruinzeel & Van Belle (2009) is voor grote goed verlichte platforms een effectafstand bij zeer goed zicht van 4.500 m becijferd en bij zeer slecht zicht van enkele honderden meters. Daarnaast zijn in de omgeving van de masten meestal nog vele verlichtingsbronnen langs wegen, op boerderijen en enkele bewoningskernen aanwezig, waardoor de focus op de masten wegvalt.

De verlichting op windturbines wordt aangebracht op een hoogte waarop ook uit de Verenigde Staten geen gevallen van massale incidenten met vogelslachtoffers bekend zijn. De kans op desoriëntatie van trekkende vogels door de verlichting aan de turbine, waardoor de vogels slachtoffer worden van een aanvaring met de draaiende rotor, wordt minimaal geacht. De luchtvaartverlichting op windturbines heeft derhalve geen effect op vogels.

Uit de beschikbare onderzoeken en kennis komt naar voren dat luchtvaartverlichting op windturbines niet leidt tot extra risico's voor vleermuizen.

De conclusies is dat de aanwezigheid van verlichting op moderne windturbines geen negatieve effecten op vogels en vleermuizen teweeg brengt.

Literatuur

- Alerstam T. 1990. Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge.
- Arnett E.B., W.P. Erickson, J.W. Horn & J. Kerns 2005. Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines A Summary of Findings from the Bats and Wind Energy Cooperative's 2004 Field Season. Bats and Wind Energy Cooperative (BWEC), Austin.
- Arnett E.B., W. K. Brown, W. P. Erickson, J. K. Fiedler, B. L. Hamilton, T. H. Henry, A. Jain, G D. Johnson, J. Kerns, R. R. Koford, C. P. Nicholson, T. J. O'Connell, M. D. Piorkowski & R. D. Tankersley 2008. Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North-America. Journal of Wildlife Management 72(1): 61-78.
- Berthold P. (ed.) 1993. Orientation and navigation in birds. Birkhausen Verlag, Basel.
- Bruinzeel L.W. & J. van Belle 2010. Additional research on the impact of conventional illumination of offshore platforms in the North Sea on migratory bird populations. Report 1439, Altenburg & Wymenga bv, Veenwouden.
- GAO (United States Government Accountability Office), 2005. WIND POWER Impacts on Wildlife and Government Responsibilities for Regulating Development and Protecting Wildlife. Report to Congressional Requesters. Rapportnr. GAO05-906. GAO, Washington, D.C.
- Gauthreaux S. jr. 1999. Presentation Cornell University september 1999. Windturbines and avian collision, Cornell, Ithaca, USA.
- Hartman J.C., F. van Vliet & K.L. Krijgsveld 2012. Natuurtoets opschaling Windpark Wagendorp, Gemeente Hollands Kroon; Oriëntatiefase in het kader van de

- Natuurbeschermingswet 1998 en quick scan in het kader van de Flora- en faunawet. Rapport 12-123, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Hebert E., E. Reese & L. Mark. 1995. Avian collision and electrocution: an annotated bibliography. Report P700-95-001, California Energy Commission.
- Horn J.W., E.B. Arnett & T.H. Kunz 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 123-132.
- Johnson G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, M. F. Shepherd, D. A. Shepherd, and S. A. Sarappo 2003. Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *American Midland Naturalist* 150: 332–342.
- Kunz T.H., E.B. Arnett & W.P. Erickson 2007a. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research, needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and Environment* 5(6): 315-324.
- Kunz T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M.D. Strickland, R.W. Thresher & M.D. Tuttle 2007b. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (6): 315–324.
- Kuijper D.P.J., J. Schut, D. van Dulleman, H. Toorman, N. Goossens, J. Ouweland & H.J.G.A. Limpens 2008. Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*) *Lutra* 51 (1): 37-49.
- Lensink, R. & M. van der Valk 2013. Effecten van luchtvaartverlichting aan windturbines op vogels en vleermuizen. Notitie in project 12-278. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Lensink R. & S. Dirksen 1998. Hoge zendmasten en het aanvaringsrisico voor vogels. Notitie project 98-072, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Limpens H., H. Huitema & J. Dekker 2007. Vleermuizen en windenergie. Analyse van effecten en verplichtingen in het spanningsveld tussen vleermuizen en windenergie, vanuit de ecologische en wettelijke invalshoek. VZZ rapport 2006.50. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem.
- Poot H., B.J. Ens, H. de Vries, M.A.H. Donners, M.R. Wernand & J.M. Marquenie 2008. Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology & Society* 13(2): 47 online www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art47.
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch (2008). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- Trapp J. 1998. Bird kills at towers and other man-made structures: an annotated partial bibliography (1960-1998). Report, U.S. Fish and Wildlife Service, Virginia.
- Van de Laar F.J.T. 2007. Green light to birds; investigation into the effect of bird-friendly lighting. Report NAM locatie L15-FA-1 . NAM Assen, The Netherlands.
- Verheijen F.J. 1978. Orientation based on directivity, a directional parameter of the animals radiant environment. In K. Schmidt-Koenig & W.T. Keeton (eds.). *Animal migration navigation and homing*, pp. 431-440. Springer Verlag, Berlin.
- Verheijen F.J. 1980. The moon: a neglected factor in studies on collision of nocturnal migrant birds with tall lighted structures and with aircraft. *Vogelwarte* 30: 305-320.
- Verheijen F.J. 1981. Birds kills at tall lighted structures in the USA in the period 1935-1973 and kills at a Dutch lighthouse in the period 1924-28 show similar lunar periodicity. *Ardea* 69: 199-203

Winkelman J.E., F.H. Kistenkas & M.J Epe 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapport 1780. Alterra, Wageningen.



Bosch & van Rijn
T.a.v. L. Cornax
per mail verzonden naar:
lauran@boschenvanrijn.nl

Postbus 75200
1117 ZT Schiphol
Nederland

T +31(0) 20 40 62 000
F +31(0) 20 64 84 999

Schiphol
28 augustus 2018

Onderwerp
Advies Windpark Landtong Rozenburg

OPENBAAR

Uw mailbericht van
8 augustus 2018

Uw kenmerk

Ons kenmerk
PRO/BS/A2018/074/7749

Contactpersoon
D. Matakana

E-mail contactpersoon
cnstoetsing@lvnl.nl

Telefoonnummer
+31(0)20 406 3986

Geachte MSc. Cornax,

Per mail van 8 augustus 2018 heeft u Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) verzocht advies uit te brengen ten aanzien van de te verwachten invloed van de uitvoering van plannen voor de opschaling van Windpark Landtong Rozenburg, op de correcte werking van de communicatie-, navigatie- en surveillance-apparatuur (cns apparatuur) in beheer van LVNL indien deze plannen zouden worden gerealiseerd.

Op grond van artikel 5.23 lid 1 onder b van de Wet luchtvaart heeft LVNL tot taak het verlenen van communicatie-, navigatie- en plaatsbepalingsdiensten. Het verlenen van deze diensten omvat mede het definiëren, verwerven, installeren, beheren en in stand houden van technische installaties en systemen. Een belangrijk deel van die installaties betreft de cns infrastructuur. Deze technische installaties en systemen staan met name op en in de omgeving van luchthavens opgesteld, maar ook elders in het land.

In dit kader beoordeelt LVNL of de uitvoering van (bouw)plannen of (bouw)werkzaamheden van invloed is op de correcte werking van cns apparatuur en brengt hierover (desgevraagd) advies uit. De beoordelingen vinden plaats aan de hand van onder andere internationale burgerluchtvaartcriteria, in het bijzonder van Annex 10 van ICAO.

Toetsing

LVNL heeft de plannen voor de opstelling van elf windturbines (Windpark Landtong Rozenburg) beoordeeld op de correcte werking van de VDF Maasland. Een VDF (VHF Directional Finder) is een navigatiehulpmiddel voor de luchtverkeersleider om de richting te bepalen van het vliegtuig waarmee op dat moment wordt gecommuniceerd. Met twee of meer VDF-stations kan de positie worden bepaald door middel van kruispeilingen.

Bezoekadres

Stationsplein Zuid-West 1001
1117 CV Schiphol-Oost

Bij de toetsing zijn wij uitgegaan van materiaalgebruik dat in potentie tot de meeste verstoring kan leiden, namelijk aluminium/metaal (worst-case scenario). De toetsing door ons heeft uitgewezen dat uitvoering van de plannen voor Windpark Landtong Rozenburg met een maximale tiphoogte van 195 meter (gemeten t.o.v. maaiveld) enige verstoring van de VDF Maasland laat zien. Deze verstoring blijft binnen de toegestane marges/tolerantiegrenzen zoals beschreven in Annex 10 van ICAO en daarmee zal het systeem aan de internationale eisen overeenkomstig Annex 10 van ICAO blijven voldoen. Het advies van LVNL is dan ook positief.

Indien de plannen wijzigen dan verzoek ik u deze opnieuw aan LVNL voor te leggen voor een advies. Wijziging van de posities van de windturbines en/of een hogere tiphoogte kan een ander resultaat van de toetsing en beoordeling tot gevolg hebben.

Dit advies van LVNL is gebaseerd op de gegevens zoals omschreven in uw mailbericht van 8 augustus 2018 inclusief bijlagen en op basis van de huidige omstandigheden en kennis van zaken.

Met vriendelijke groet,



D. Matakena
Medewerker Business Support



Gemeente Rotterdam

Bosch & van Rijn
T.a.v. de heer R. Hoenkamp
Groenmarktstraat 37
3521 AV Utrecht

Retouradres: Postbus 6575, 3002 AN Rotterdam

Onderwerp: Controleverzoek explosieven
Landtong Rozenburg

Bezoekadres:
Wilhelminakade 179, Rotterdam

Postadres: Postbus 10902
3004 BC Rotterdam

Internet: rotterdam.nl/stadsbeheer

Van: Herman van Brast

Telefoon: 14010

E-mail: controlezoekensb@rotterdam.nl

Ons kenmerk: 44540-2018

Documentnummer: 44540-2018:150869

Aantal bijlage (n): 2

- Protocol spontane vondsten
- NGE-tekening

Datum: 2018-09-25

Geachte heer Hoenkamp,

Naar aanleiding van uw verzoek d.d. 21 september 2018, of er niet gesprongen explosieven zijn gelegen ter plaatse van de projectlocatie Landtong Rozenburg te Rotterdam is een controleverzoek uitgevoerd.

Aanleiding voor dit controleverzoek is de ontwikkeling van een windpark ter hoogte van de projectlocatie.

Ten behoeve van dit controleverzoek is het in opdracht van de gemeente Rotterdam vervaardigde gemeentebrede Vooronderzoek, uitgevoerd door het bedrijf Saricon, geraadpleegd (versie 6-7-2018).

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.

De projectlocatie is ook niet in gebruik geweest als militair terrein.

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.



Mocht u naar aanleiding van dit controleverzoek nog vragen hebben, dan kunt u contact opnemen met H. van Brast, controleverzoekensb@rotterdam.nl of telefoon 14 010.

Hoogachtend,

Directeur Stadsbeheer Openbare Werken
(voor deze)

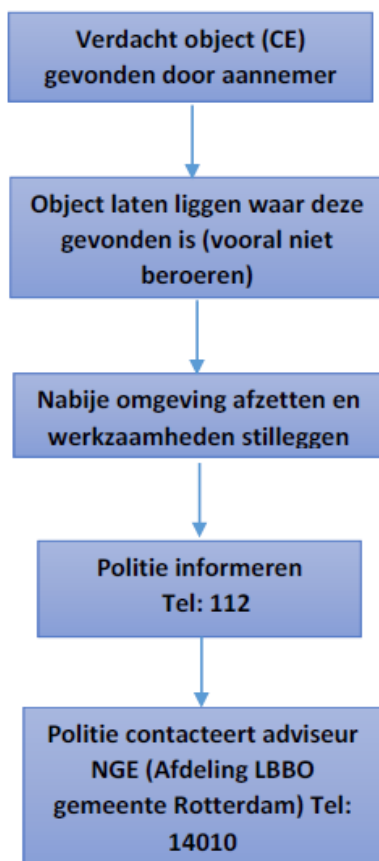
W. Kovacs
Hoofd Leidingenbureau en Beheer Ondergrond



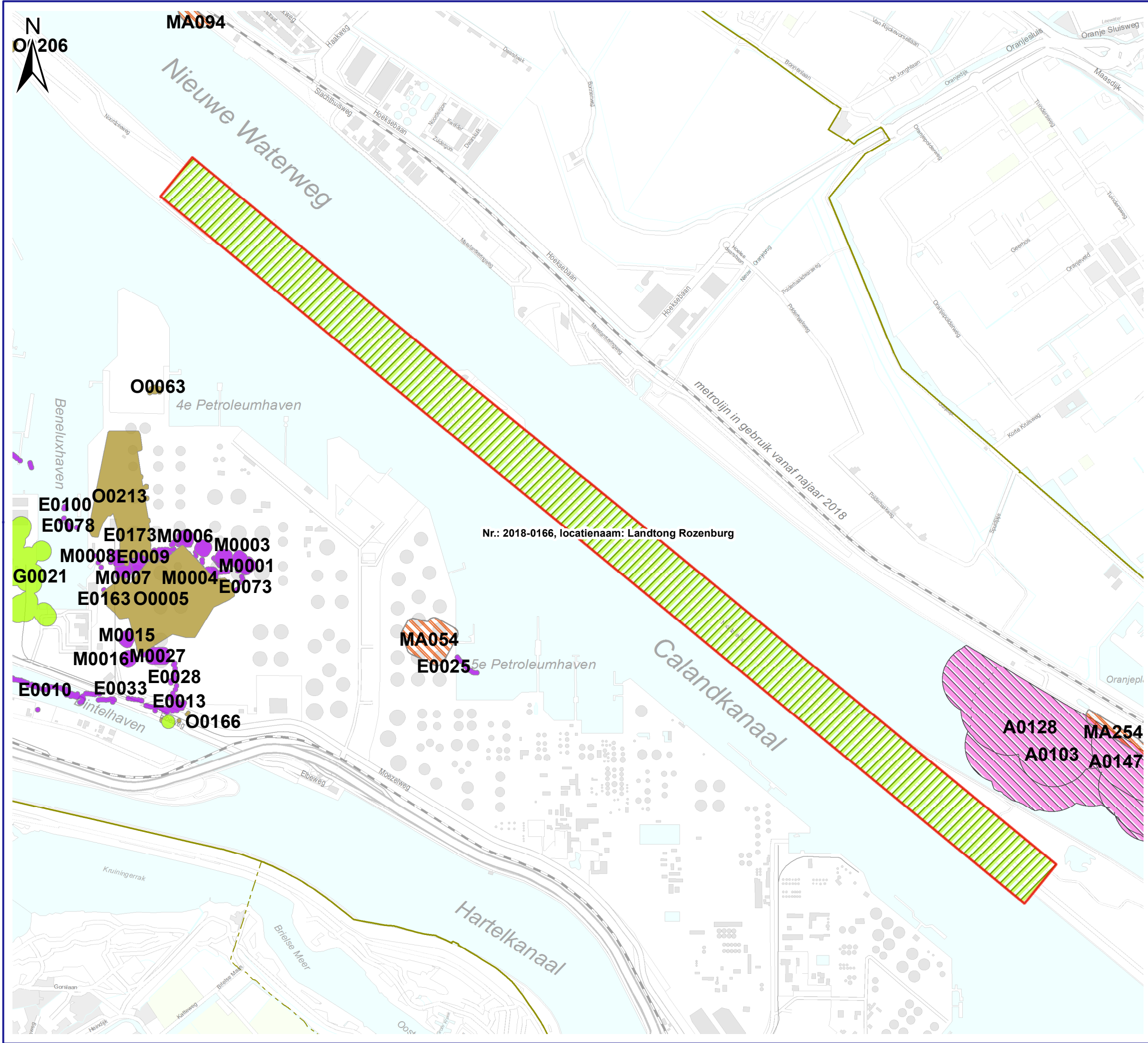
Bijlage: protocol

Protocol 'spontane vondst Conventioneel Explosief (CE)'

Bij werkzaamheden in niet-verdacht gebied is de kans op het aantreffen van een CE niet uitgesloten.
Bij een spontane vondst van een CE dienen de volgende stappen zorgvuldig uitgevoerd te worden.



In overleg met de gemeente moet bepaald worden of en hoe de eventuele werkzaamheden worden voortgezet.



VERKLARING

- locatiegrens
- Aandachtsgebieden_militaire_aanwezigheid

Verdachte_gebieden

Verdacht op:

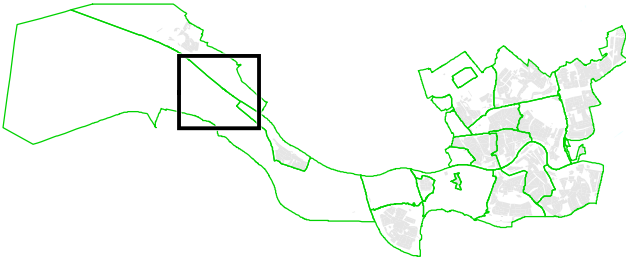
- Afwerpmunitie
- Geschutmunitie
- Landmijnen
- Meerdere hoofdsoorten

Controleverzoeken

Conclusie controleverzoek

- Niet-verdacht obv bij SB bekende info

SITUATIE



Plaatsing en verwijderen windmolens

Controleverzoek NGE locatie: Landtong Rozenburg	Formaat:	A3
	Schaal:	1:19.447
Deze tekening maakt integraal onderdeel uit van controleverzoek Zaak 44540-2018	Projectnr.:	Zaak 44540-2018
	Datum:	24-9-2018

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Bosch & van Rijn
T.a.v. Mevr. R. Hoenkamp
Groenmarktstraat 37
3521 AV UTRECHT

**Onderwerp**

Radarhindertoetsing windpark Landtong Rozenburg

Geachte mevrouw Hoenkamp,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor het windpark Landtong Rozenburg gelegen in de gemeente Rotterdam, Zuid-Holland.

Het bouwplan

Het bouwplan betreft alle wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie die betrekking hebben op het te bouwen windturbinepark. In dit rapport zullen deze wijzigingen worden aangeduid als 'het bouwplan'. Voor de huidige aanvraag betreft dit de verwijdering van tien bestaande windturbines en de plaatsing van elf nieuwe windturbines. De coördinaten van de te verwijderen en te plaatsen windturbines zijn verderop gegeven. Aangezien er in dit stadium van het project nog geen keuze is gemaakt voor een specifiek windturbinetype, is voor de afmetingen van de windturbines uitgegaan van een windturbine uit de 4 MW klasse. Dit is een windturbine met worst-case afmetingen, samengesteld uit het op dit moment bij TNO beschikbare windturbinebestand met een opgewekt vermogen tussen de 3.5 en 4.4 MW, een ashoogte van 130 m en een rotordiameter van 130 m. De toepassing van een windturbine met worst case afmetingen houdt in dat de berekende effecten op de radars altijd minder zullen zijn, als bij de keuze van de specifieke windturbine het opgewekt vermogen, maximale ashoogte en rotordiameter niet wordt overschreden.

De uitgevoerde berekeningen

TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduw effect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS, volgens de toetsingsmethode, die op 1 oktober 2012 is ingevoerd. Het bouwplan bevindt zich binnen de 75 km cirkels van één van de Military Approach Surveillance System (MASS) verkeersleidingsradars en binnen de 75 km cirkel rond de locatie van de nieuwe SMART-L EWC GB gevechtsleidingsradar te Herwijnen die op termijn de locatie bij Nieuw Milligen gaat vervangen.

Defensie & Veiligheid

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31888664025

Projectnummer

060.31534/01.34.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl. Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

Blad

2/17

De analyse is uitgevoerd voor de volgende radarsystemen:

- (1) Het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, bestaande uit een vijftal MASS verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland en met de nog te plaatsen extra MASS radar bij De Kooy in Den Helder en aangevuld met de Terminal Approach radar (TAR) West bij Schiphol.
- (2) De SMART-L gevechtsleidingsradar op de locatie Herwijnen.

Resultaten primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Op de locatie van de windturbines eist het Ministerie van Defensie voor het verkeersleidingsradarnetwerk een minimale detectiekans van 90% voor een doel met een radaroppervlak van 2 m². Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een vermindering van de detectiekans tot 98% geconstateerd ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2018 norm.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
De MASS radars te Soesterberg, Volkel en Woensdrecht ondersteunen elkaar volledig in de schaduwgebieden achter het bouwplan. Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet dan ook geen afname van het maximum bereik waarneembaar. Het bouwplan blijft daarmee binnen de thans gehanteerde 2018 norm.

Resultaten gevechtsleidingsradar op de nieuwe locatie te Herwijnen

De berekeningen worden per 1 januari 2018 uitgevoerd met het nieuwe radarmodel van de SMART-L EWC GB zoals deze op dit moment bij TNO bekend is. Op de locatie van de windturbines eist het Ministerie van Defensie voor de gevechtsleidingsradar een minimale detectiekans van 90%.

Omdat de specificaties van de gevechtsleidingsradars gerubriceerd zijn, wordt de in de berekening gebruikte waarde van het radaroppervlak van het doel hier niet vermeld. De resultaten van de radarhinderberekening voor de gevechtsleidingsradar zijn eveneens gerubriceerd en kunnen om die reden alleen rechtstreeks naar het ministerie van Defensie worden verstuurd. Dit gebeurt echter pas na toestemming van u. Wel mag in deze brief worden vermeld dat er twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
De detectiekans is na realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2018 norm gebleven.
2. Reductie van de detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
Het maximum bereik van de radar op deze hoogte in de sector waarin schaduwwerking optreedt, blijft na realisatie van het bouwplan binnen de thans gehanteerde 2018 norm.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Datum
15 oktober 2018

Onze referentie
DHW-2018-100317303

Blad
3/17

Voor de achtergronden van de toegepaste rekenmethode wordt kortheidshalve
verwezen naar de toelichting die is te downloaden van de TNO website:

<http://www.tno.nl/perseus>.

Hoogachtend,



Ing. O.J. van Gent
Senior Research Medewerker

Datum
15 oktober 2018

Onze referentie
DHW-2018-100317303

Blad
4/17

1 Locatie- en radargegevens

De locaties van de te toetsen windturbines van het bouwplan zijn weergegeven in Tabel 1. De weergegeven coördinaten van de te verwijderen tien windturbines zijn eveneens opgenomen in de tabel en zijn afkomstig van het Windstats.nl bestand. De weergegeven rijksdriehoek coördinaten en fundatiehoogtes zijn afkomstig van de opdrachtgever. De WGS 84 coördinaten voor de locaties zijn hiervan afgeleid.

Tabel 1 Locatiegegevens van het bouwplan zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr	ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]
		X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
Verwijderd:						
1	OWT1	69158	442346	51.96290	4.13817	N.v.t.
2	OWT2	69458	442094	51.96068	4.14259	N.v.t.
3	OWT3	69757	441845	51.95849	4.14701	N.v.t.
4	OWT4	70061	441601	51.95634	4.15149	N.v.t.
5	OWT5	70344	441358	51.95420	4.15566	N.v.t.
6	OWT6	70949	440843	51.94967	4.16459	N.v.t.
7	OWT7	71184	440658	51.94804	4.16805	N.v.t.
8	OWT8	71415	440466	51.94635	4.17146	N.v.t.
9	OWT9	71646	440273	51.94465	4.17486	N.v.t.
10	OWT10	71867	440086	51.94300	4.17812	N.v.t.
Nieuw:						
1	NWT1	69181	442335	51.96280	4.13850	5.5
2	NWT2	69478	442088	51.96063	4.14289	5.5
3	NWT3	69773	441838	51.95843	4.14724	5.3
4	NWT4	70069	441594	51.95628	4.15161	5.3
5	NWT5	70365	441348	51.95412	4.15597	5.5
6	NWT6	71037	440780	51.94911	4.16588	5.7
7	NWT7	71351	440524	51.94686	4.17051	5.7
8	NWT8	71660	440267	51.94460	4.17507	5.8
9	NWT9	71961	440015	51.94238	4.17951	5.6
10	NWT10	73323	438980	51.93328	4.19956	5.5
11	NWT11	73645	438759	51.93134	4.20429	6.9

De locaties van de tien te verwijderen windturbines zijn weergegeven in Figuur 1. De windturbines zijn van het type NM64/1500 van Neg Micon en hebben een vermogen van 1.5 MW. De ashoogte en rotordiameter bedragen respectievelijk 64 m en 78 m.

Datum

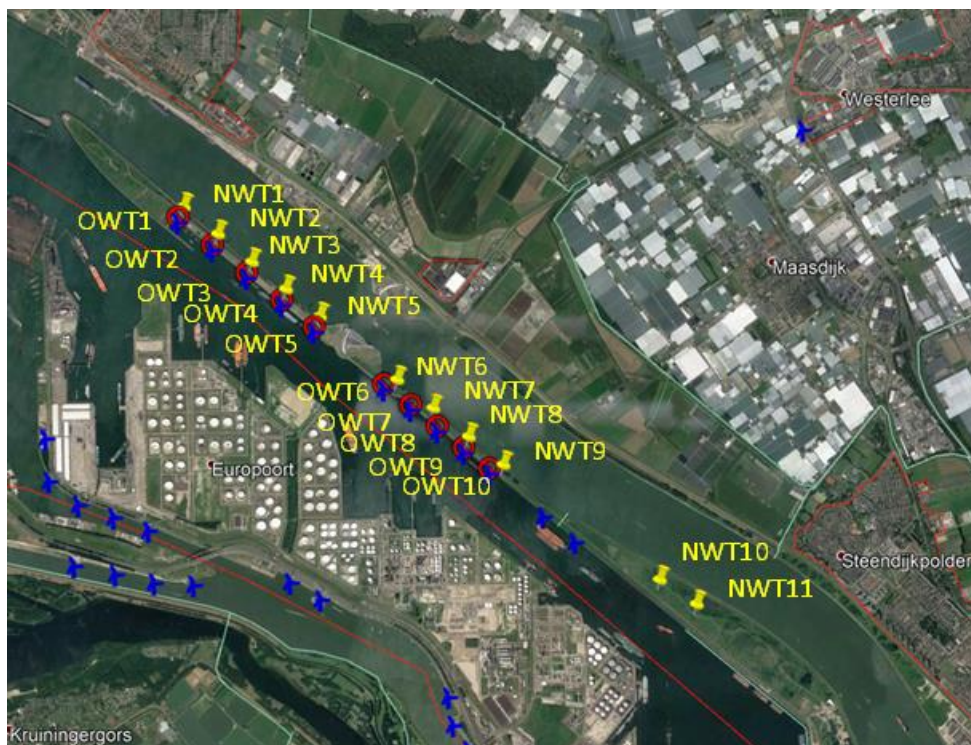
15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

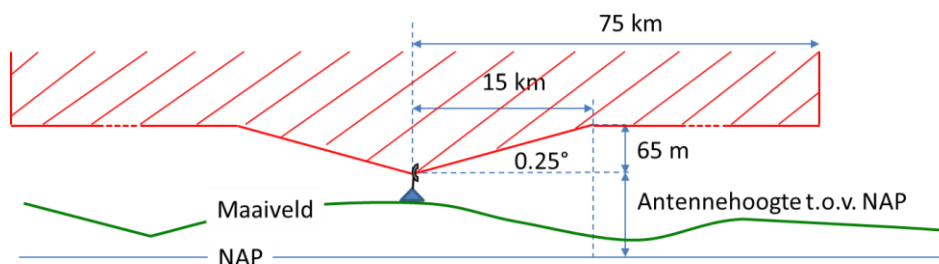
Blad

5/17



Figuur 1 De te verwijderen windturbine GE 1.5sle 1.5 MW windturbine zijn gemarkeerd met een rood kruis. De in blauw gemarkeerde locaties komen overeen met de bestaande windturbines volgens het Windstats.nl bestand. De gele pins geven de locaties aan van de nieuwe turbines [Google Earth].

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de verkeersleidingsradars en de gevechtsleidingsradars. Het profiel van het toetsingsvolume is weergegeven in Figuur 2. Er dient getoetst te worden indien de tip van de wiek hoger is dan de rode lijn. Bouwplannen die verder verwijderd zijn dan 75 km kunnen zondermeer geplaatst worden.



Figuur 2. Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals gehanteerd door het Ministerie van Defensie rondom elk van de militaire radarsystemen.

De gevechtsleidingsradars zullen binnenkort worden vervangen, waarbij de radarlocatie Nieuw Milligen wordt verplaatst naar Herwijnen. Deze nieuwe locatie is per 1 juli 2016 in de Rarro opgenomen en is dan ook meegenomen in deze toetsing. Begin 2017 is de nieuwe Terminal Approach Radar, TAR West bij Schiphol operationeel geworden en is deze radar opgenomen in het MASS verkeersleidingsradarnetwerk. Omdat het geen militaire radar is, geldt er rond deze radar geen toetsingsprofiel zoals weergegeven in Figuur 2.

Datum
15 oktober 2018

Onze referentie
DHW-2018-100317303

Blad
6/17

De toetsingsplicht voor windturbines rond deze radar zijn vastgelegd in het Luchtvaart Inpassingsbesluit (LIB) van Schiphol. Binnenkort zal het verkeersleidingsradar-netwerk verder uitgebreid worden met een extra MASS radar op het Marinevliegkamp De Kooy bij Den Helder. Deze militaire radar zal in de loop van 2018 opgenomen worden in de Rarro, maar zal nu al worden meegenomen in de berekeningen. De locatiegegevens van de verkeersleidingsradarsystemen en de gevechtsleidingsradars worden weergegeven in Tabel 2. In deze tabel zijn zowel de antennehoogtes aangegeven die aangehouden worden voor de bepaling van het toetsingsprofiel als ook de feitelijke antennehoogtes van de primaire radarantenne, toegepast in de detectiekansberekeningen.

Tabel 2 Locatiegegevens van de zes MASS radars, de TAR west en de gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen en Wier, de aangehouden antennehoogte voor het toetsingsprofiel en de toepaste feitelijke hoogte van de primaire radarantenne. De gevechtsleidingsradars zullen binnenkort worden vervangen, waarbij de radarpositie Nieuw Milligen wordt verplaatst naar Herwijnen.

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte toetsingsprofiel t.o.v. NAP [m]	Feitelijke antennehoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]		
Leeuwarden	179139	582794	30	27.3
Twenthe	258306	477021	71	68.8
Soesterberg	147393	460816	63	60.2
Volkel	176525	407965	49	46.9
Woensdrecht	083081	385868	48	45.2
De Kooy	113911	548781	n.v.t.*	25.0
TAR West Schiphol	109603	482283	n.v.t.*	34.0
Nieuw Milligen (MPR)	179258	471774	53	Gerubriceerd**
Wier (SMART-L)	170562	585710	24	Gerubriceerd**
Herwijnen (SMART-L)	137106	427741	25	Gerubriceerd**

* Deze radars zijn niet opgenomen in de Rarro en hebben dus geen toetsingsprofiel

** Deze gegevens zijn bekend bij defensie

Variaties in de hoogte van het terrein worden bepaald uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2) en AHN3 voor alleen Friesland, Zeeland en delen van Zuid Holland. In dit bestand bevindt zich bebouwing zoals aanwezig tijdens de opnames tussen 2007 en 2012 voor AHN2 en 2014 voor AHN3. Naast dit hoogtebestand met bebouwing hanteert TNO eveneens een bestand voor het maaiveld bepaald met alleen het AHN2 bestand. Beide bestanden bezitten een ruimtelijke resolutie van 10 m. Buiten Nederland gebruikt TNO terreinhoogtegegevens afkomstig van de NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM1) met een resolutie van 1 boogseconde (ongeveer 30 m langs een meridiaan). Het kan voorkomen dat een deel van het bouwplan wordt afgeschermd door het tussenliggende terrein of door bebouwing en dus niet wordt belicht door de radar. In dat geval wordt dit deel van het bouwplan niet meegenomen in de berekening.

De 15 en 75 km cirkels rond de MASS radarsystemen en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 3.

Datum

15 oktober 2018

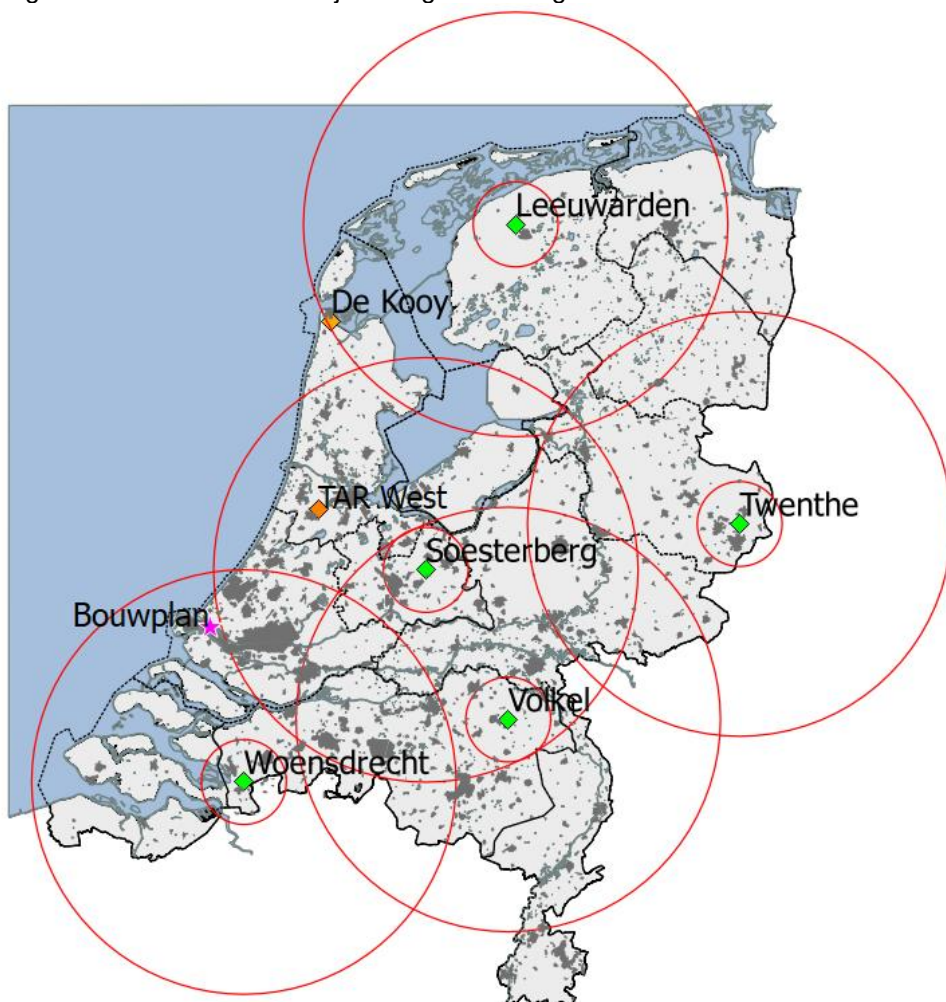
Onze referentie

DHW-2018-100317303

Blad

7/17

De 15 en 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradars en de stedelijke gebieden volgens het AHN1 bestand zijn weergegeven in Figuur 4.



Figuur 3. Locaties van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen (groene ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De TAR West radar bij Schiphol en de extra MASS radar bij De Kooy zijn aangegeven met een oranje ruit. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

Blad

8/17



Figuur 4. Locaties van de nieuwe SMART-L EWC GB gevechtsleidingsradars (rode ruit) en de bestaande MPR (oranje ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

Het bouwplan ligt binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar van Woensdrecht en binnen de 75 km cirkel rond de nieuwe gevechtsleidingsradar van Herwijnen. Daarnaast zijn de tiphoogtes van alle te toetsen windturbines groter dan de in Figuur 2 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden voor zowel het primaire verkeersleidingsradarnetwerk als de gevechtsleidingsradar Herwijnen.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

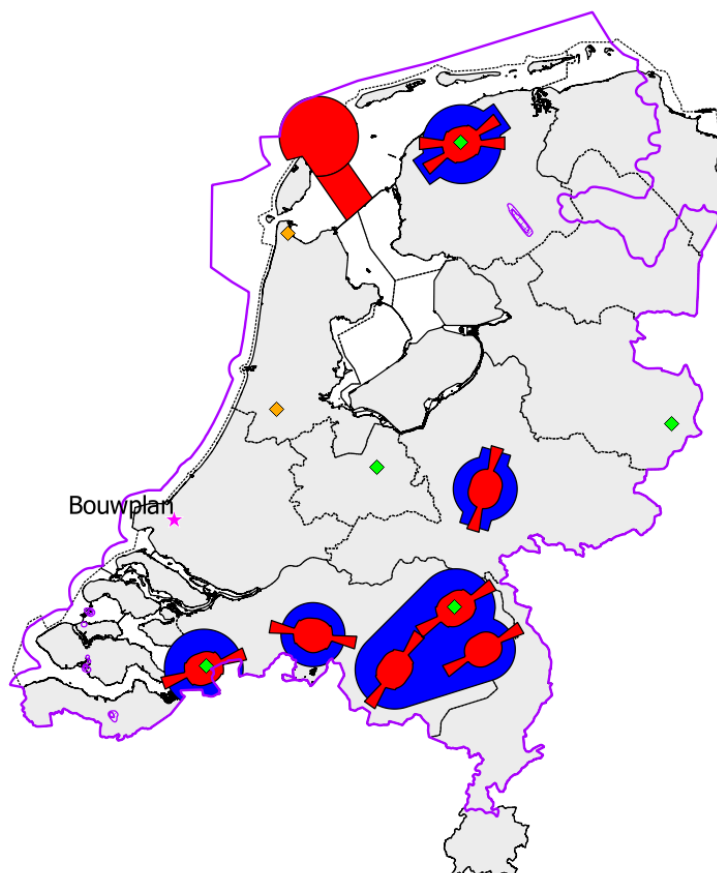
DHW-2018-100317303

Blad

9/17

2 Rekenmethode primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Het radarsimulatiemodel PERSEUS berekent voor elk radarsysteem de detectiekans van een doel met een radardoorsnede van 2 m^2 , fluctuatiestatistiek Swerling case 1, en loos alarmkans 1×10^{-6} . Afhankelijk van de locatie van het bouwplan moet de detectiekans geëvalueerd worden op een normhoogte van 300, 500 of 1000 voet ten opzichte van het maaiveld. Indien op 1000 voet geëvalueerd wordt, zal middeling van detectiekansen binnen een cirkel met een straal van 500 m toegepast worden. De 300 en 500 voet normhoogtes liggen over het algemeen rond de verschillende militaire vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn. In Figuur 5 worden de normhoogtegebieden getoond.



Figuur 5. De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de ligging van de thans gehanteerde 2018 normhoogtes op 300 voet (rood) en 500 voet (blauw). Op 1000 voet (paars) dient het verkeersleidingsradarnetwerk, op enkele uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangegeven van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit een vijftal bestaande MASS radarsystemen en in oranje de TAR West radar te Schiphol en de extra MASS radar bij De Kooy te Den Helder.

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet.

De detectiekans van de zes MASS radarsystemen te Leeuwarden, Twenthe, Soesterberg, Volkel, Woensdrecht en de extra MASS bij De Kooy, aangevuld met de TAR West van Schiphol is conform de met Defensie overeengekomen rekenmethode gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij de radars elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de detectie van radardoelen. Daarbij wordt rekening gehouden met de upgrade van de MASS primaire radar en het Wind Farm Filter (WFF) in de TAR West radar, zoals TNO die op dit moment in PERSEUS gemodelleerd heeft.

Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in het begin van januari 2018, door Windstats.nl. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde: fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter. Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van het bouwplan veroorzaakt door reflecties van het bouwplan en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

Blad

10/17

Datum
15 oktober 2018

Onze referentie
DHW-2018-100317303

Blad
11/17

3 Gegevens windturbines

Voor de bepaling van de effecten op de radars is de *worst-case* windturbine uit de 4 MW klasse genomen. TNO heeft deze windturbine met *worst-case* afmetingen gedefinieerd uit de reeks turbines die TNO thans in haar bestand heeft op basis van het opgewekt vermogen tussen de 3.5 en 4.4 MW en de door de opdrachtgever opgegeven ashoogte van 130 m en rotordiameter van 130 m. Bij toepassing van een specifieke windturbine met realistische afmetingen uit een zelfde of lagere vermogensklasse en waarbij de maximaal getoetste ashoogte en rotordiameter niet wordt overschreden, zullen de berekende effecten op de radars geringer zijn.

De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de 'hub' tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wiek is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wiek wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wiek.

In Tabel 3 zijn de maatvoeringen weergegeven van de te toetsen windturbines, noodzakelijk voor de juiste modellering.

Tabel 3 De afmetingen [m] van de worst case-turbine uit de vermogensklasse van 4 MW, een ashoogte van 130 m en een rotordiameter van 130 m.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte*	130.0
Tiphoogte*	195.0
Breedte gondel	5.4
Lengte gondel	19.0
Hoogte gondel	8.8
Diameter mast onder	10.2
Diameter mast boven	4.4
Lengte mast	125.6
Lengte wiek*	65.0
Breedte wiek	3.8

* Deze gegevens zijn gebaseerd op afmetingen opgegeven door de opdrachtgever.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

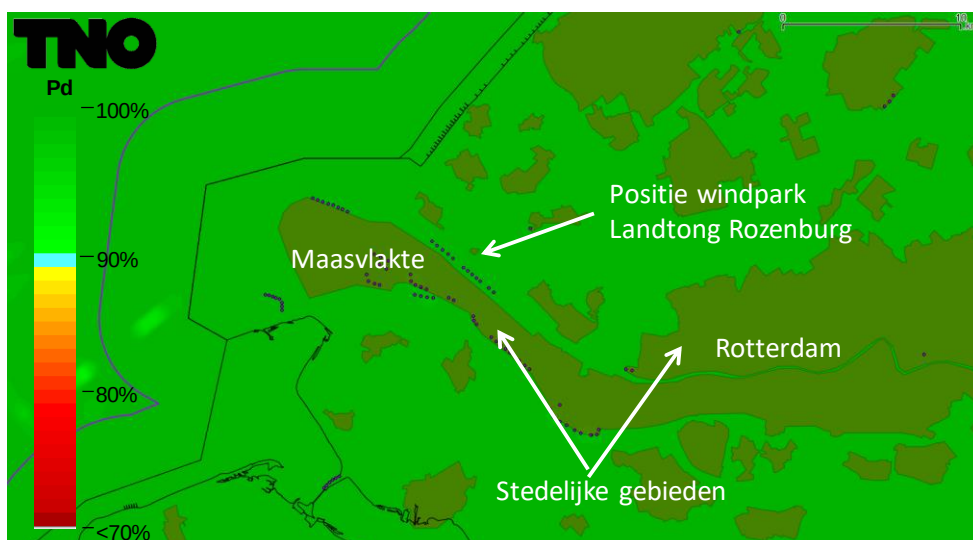
Blad

12/17

4 Berekeningen radardetectiekans diagrammen primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Detectiekans in de directe nabijheid van bouwplan

In Figuur 6 wordt de detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 7 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 8 is het gebied vergroot weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied is de kleinst berekende radardetectiekans ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan 98%. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2018 norm.



Figuur 6 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).

Datum

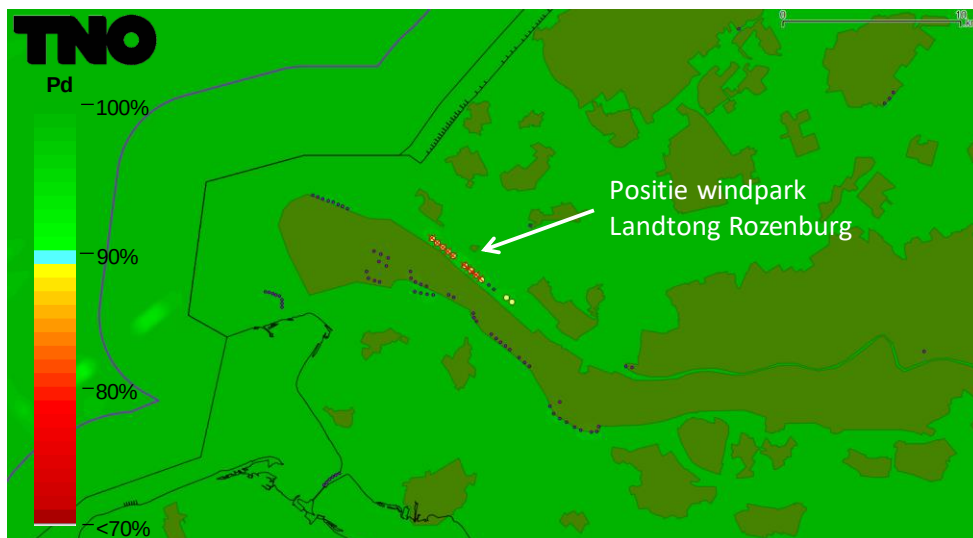
15 oktober 2018

Onze referentie

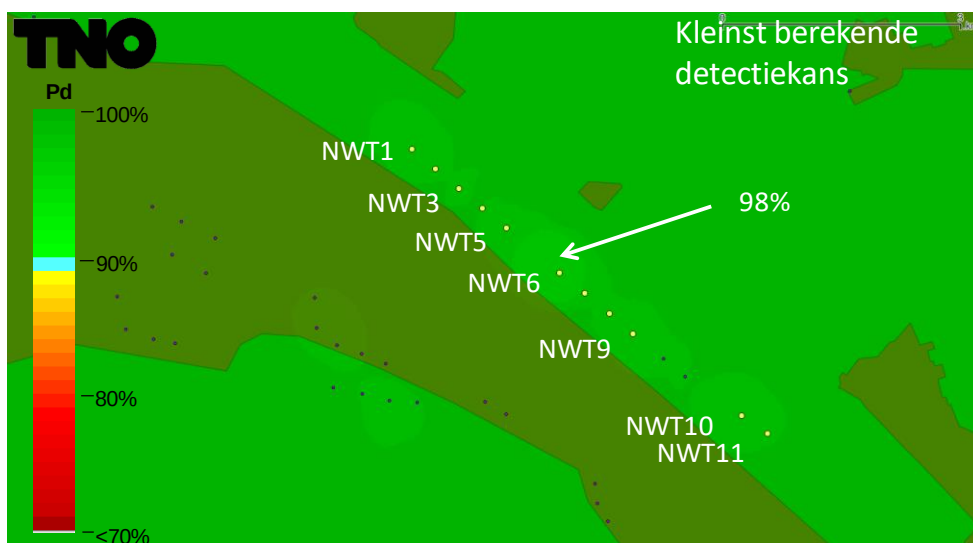
DHW-2018-100317303

Blad

13/17



Figuur 7 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locatie van de verwijderde windturbines is aangegeven met rode kruizen en de nieuwe windturbines met gele stippen.



Figuur 8 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 7 groter weergegeven.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

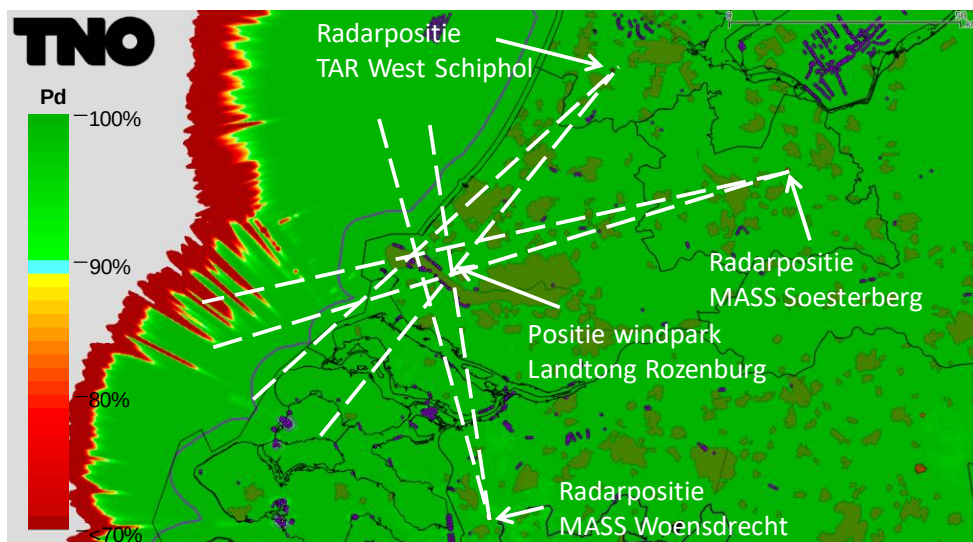
DHW-2018-100317303

Blad

14/17

Detectiekans in de schaduw van bouwplan

In Figuur 9 is de detectiekans op 1000 voet van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de MASS positie van Soesterberg en Woensdrecht en de TAR West bij Schiphol, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 10 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat de drie aangegeven radars elkaar volledig ondersteunen in de schaduwgebieden achter het bouwplan waar een verlies aan radardekking kan optreden. Er is dan ook geen verlies aan maximum bereik waarneembaar. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2018 norm.



Figuur 9 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.

Datum

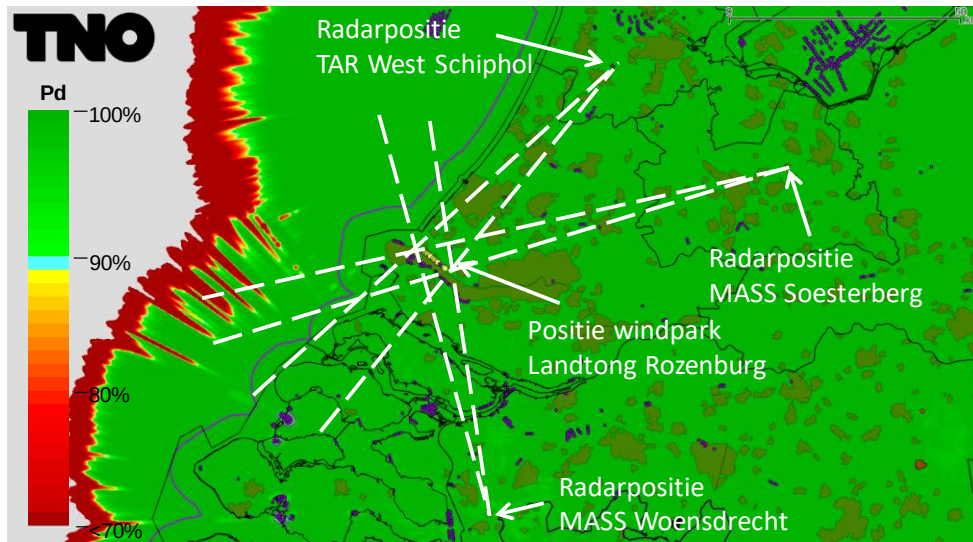
15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

Blad

15/17



Figuur 10 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

Blad

16/17

5 Rekenmethode gevechtsleidingsradar Herwijnen

Een vergelijkbare methodiek als bij de verkeersleidingsradars is toegepast bij de gevechtsleidingsradars. De bestaande MPR-radars hebben hun maximale levensduur bereikt en zullen worden vervangen door de nieuwe SMART-L EWC GB radar. Deze vervanging vindt plaats voor de locatie Wier, maar niet voor de locatie Nieuw Milligen. De tweede SMART-L zal worden geplaatst op de locatie Herwijnen, waarna de radarlocatie Nieuw Milligen komt te vervallen. Per 1 januari 2018 past TNO voor de locatie Wier en Herwijnen het nieuwe rekenmodel toe voor de SMART-L EWC GB, zoals deze tot nu toe bekend is bij TNO. Ook de bestaande radarlocatie te Nieuw Milligen blijft tot nader orde toetsingsplichtig. Voor de drie militaire gevechtsleidingsradars Herwijnen, Nieuw Milligen en Wier wordt één toetsingshoogte van 1000 voet aangehouden. Daarnaast wordt geen rekening gehouden met een eventuele ondersteunende dekking van elkaar, iedere radar dient dus afzonderlijk een goede dekking te hebben.

Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in begin januari 2018 door Windstats.nl. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter. Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van het bouwplan veroorzaakt door reflecties van het bouwplan en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

Conclusies over de detectiekans van de gevechtsleidingsradar op de nieuwe locatie Herwijnen ten gevolge van het bouwplan

De radardetectiekansdiagrammen die het resultaat van deze berekeningen zijn, kunnen niet worden overhandigd omdat deze gerubriceerd zijn.

Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht, de conclusie van deze berekeningen is als volgt:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
Voor deze radar is de detectiekans na realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2018 norm gebleven.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
Voor deze radar is het verlies aan maximum bereik op deze hoogte van 1000 voet in de sector waarin schaduwwerking optreedt, na realisatie van het bouwplan binnen de thans gehanteerde 2018 norm gebleven.

Datum

15 oktober 2018

Onze referentie

DHW-2018-100317303

Blad

17/17

6 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
CTR	Controlled Traffic Region
EWC GB	Early Warning Capability Ground Based
LIB	Luchtvaart Inpassingsbesluit
MASS	Military Approach Surveillance System
MPR	Medium Power Radar
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
Rarro	Regeling algemene regels ruimtelijke ordening
RDS	Rijksdriehoekstelsel
SMART-L	Signaal Multibeam Acquisition Radar for Tracking, L band
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TAR	Terminal Approach Radar
WFF	Wind Farm Filter