KEMA

RWE
The energy to lead

Offshore windturbinepark Tromp Binnen
Bijlagen Milieu Effect Rapport.

5 januari 2009

OVERZICHT VAN BIJLAGEN

1.1 Draaiboek committering van 450 MW windenergie op de Noordzee
1.2 Procedureschema m.e.r. en vergunning Wbr
1.3 Andere besluiten

2.1 GBEW-gebieden en overige gebieden (bron: IBN 2015)
2.2 Toetsingskader Habitatrichtlijn art. 6, lid 3 en 4
2.3 Natura 2000-gebieden
2.4 Beleidskader

3.1 Coördinaten
3.2 Toetsing kabels windturbinepark RWE Tromp Binnen
3.3 Beschrijving kabel tracés

4.1 ECN, RWE wind farm Tromp-Binnen; Aerodynamic and electrical evaluation, 2008 (openbare versie)

7.1 Beschrijving zeevogelsoorten vallend onder EU Vogelrichtlijn Annex 1
7.2 Voedsel van zeevogels die in het plangebied verblijven
7.3 Bestaande kennis van aanvaringsrisico's van vogels tegen windturbines
7.4 Berekeningswijzen voor de schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers van windparken
7.5 Bepaling aantallen en flux per soort/soortgroep op de locatie Tromp Binnen
7.6 Berekeningswijze gevoeligheid voor verstoring door windturbines
7.7 Seizoensgevoeligheid verstoring van vogels
7.8 Verstoring meeuwen en sterns
7.9 Biogeografische en Nederlandse populatie
7.10 Beschrijving model doorwerking vislarven

9.1 Veiligheidsstudie offshore windpark "Tromp Binnen"

11.1 Archeologisch Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust
11.2 Helikopter-aspecten

12.1 Tellingsmethode vogels op de Noordzee door RIKZ
12.2 Kanttekeningen bij de schattingen van de verschillende soorten

15.1 Overzichtstabel gebiedsbescherming (natuurtoetstabel)
15.2 Samenvattende MER-tabel voor vergelijking van alternatieven

BIJLAGE 1 INITIATIEF, AANLEIDING EN DOELSTELLING

INHOUD

1.1 Draaiboek committering van 450 MW windenergie op de Noordzee 1

1.2 Procedureschema m.e.r. en vergunning Wbr 13

1.3 Andere besluiten 14

1.1 DRAAIBOEK COMMITTERING VAN 450 MW WINDENERGIE OP DE NOORDZEE

1 OPDRACHT

Op 21 november 2007 hebben de bewindslieden van EZ, VROM en V&W de opdracht gegeven aan de betrokken directeuren om in maart 2008 te komen met een concept-voorstel op welke wijze deze kabinetsperiode committering van nog eens 450 MW windenergie op zee gerealiseerd kan worden en hoe het toekomstige beleid richting 6.000 MW windenergie op zee er uit dient te zien. Deze eerste ambitie staat in het werkprogramma Schoon en Zuinig. Committering van 450 MW betekent een aangegane verplichting in de vorm van een vergunning én in de vorm van een subsidiebeschikking. De werkelijke bouw van windturbineparken vereist ook na de verstrekte vergunning en subsidie nog zoveel voorbereidingstijd dat dit pas na deze kabinetsperiode zal gebeuren.

Een interdepartementale werkgroep onder voorzitterschap van V&W/RWS heeft middels dit draaiboek de stappen gedefinieerd die moeten leiden tot deze committering. Het advies dat de Strategiegroep Transitie Offshore Wind (STOW) in november 2007 heeft uitgebracht is hierbij waardevol gebleken. Een aantal aanbevelingen is meegenomen door deze werkgroep en ook door de werkgroep Lange termijn. Gezien de complexiteit van deze materie is vanuit beide werkgroepen geconcludeerd dat – zolang subsidieverlening bepalend is voor de realisatie van Wind op Zee – een strakke regie vanuit de overheid nodig is om windparken op zee op een doelmatige en effectieve wijze te kunnen realiseren. Hierbij wordt overigens de sector, op elk moment waar dit zinvol is, nadrukkelijk betrokken. Gezien de gewenste daadkracht, bestaande politieke verantwoordelijkheden en ambities, is gekozen voor genoemd afstemmingsmodel in plaats van voor de door STOW aanbevolen convenantvorm. Overigens worden ook in het sectorakkoord Energie ten aanzien van Wind op Zee aanvullende afspraken gemaakt tussen de betrokken overheden en het bedrijfsleven. Ook dit biedt mogelijkheden om de verbinding tussen overheid, energiebedrijven en de toeleverende industrie te verbeteren.

De windsector is geconsulteerd over dit draaiboek. Deze consultatie en de schriftelijke reactie met voornamelijk vragen van de Nederlandse WindEnergie Associatie (NWEA) hebben niet geleid tot aanpassing van het draaiboek. De vragen van NWEA zijn apart beantwoord.

In het draaiboek zijn de te volgen stappen tot en met het afgeven van de uiteindelijke subsidiebeschikking aangegeven. In het stappenplan is gewerkt met scenario's om te anticiperen op mogelijke uitkomsten van beoordelingen of ontwikkelingen.

Hoofdstuk 2 geeft het stappenplan met een korte toelichting op deze stappen. Hoofdstuk 3 en bijlage 1 geven een nadere uitwerking van de criteria die gebruikt worden bij vergunningverlening in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) (zoals afstand tot scheepvaartroutes, mogelijke ecologische effecten en regelingen met betrekking tot vliegveiligheid). Hoofdstuk 4 geeft de contouren weer van het nieuwe beleid voor windenergie op zee na de realisatie van deze 450 MW.

2 STAPPENPLAN EN TOELICHTING

Juli 2008

STAP 1: het generieke deel van de passende beoordeling is gereed.
Toelichting: het generieke deel van de passende beoordeling over mogelijke ecologische effecten dat de overheid maakt, is gereed op 1 juli 2008. Het locatiespecifieke deel maakt de initiatiefnemer zelf op basis van dit generieke deel. Na 1 juli 2008 gaat de passende beoordeling integraal onderdeel uitmaken van het MER.

STAP 2: subsidiecriteria voor toekenning SDE-subsidie nader uitgewerkt en bekend gemaakt.
Toelichting: de hoofddoelstelling van het toewijzingsmechanisme voor SDE-subsidie is om tegen het laagste subsidiebedrag een zo groot mogelijke elektriciteitsproductie uit Wind op Zee op het beoogde tijdstip te realiseren. Aangezien marktpartijen beter in staat zijn het minimaal benodigde subsidiebedrag vast te stellen dan de overheid en dit bovendien per partij kan verschillen, is gekozen voor een tenderaanpak waarbij in geval van schaarste (dat wil zeggen meer subsidieaanvragen dan beschikbare subsidie) competitie tussen marktpartijen een rol speelt. Het gaat hierbij uitsluitend om marktpartijen die zich hebben gekwalificeerd voor deelname aan het SDE-subsidieverleningsproces. De subsidiecriteria die het vergunningproces kunnen beïnvloeden zullen uiterlijk 1 juli bekend gemaakt worden.

STAP 3: consultatie van de windsector over de subsidiecriteria en de passende beoordeling.

Najaar 2008

- Initiatiefnemers wordt gevraagd aan te geven of en zo ja hoeveel initiatieven zij door willen zetten, dat wil zeggen Wbr-vergunningaanvragen (inclusief MER) willen indienen voor 1 maart 2009.
  Toelichting: om het proces van vergunningverlening door het Bevoegd Gezag goed te kunnen plannen is het noodzakelijk te weten hoeveel initiatieven serieus doorgezet worden richting een volledige vergunningaanvraag.

Tot 1 februari 2009

STAP 4a: beoordelen MER's door V&W/RWS.

Toelichting: uiterlijk 1 februari 2009 dient het MER volledig en juist verklaard en aanvaard te zijn om nog een reële kans te maken op een tijdige volledige vergunningaanvraag. Uit de beoordeling van het MER en/of passende beoordeling kunnen aanwijzingen of aanpassingen komen op het gebied van nautiek (1.1), ecologie (1.2) of luchtvaartveiligheid (1.3).

SCENARIO 1.1: als gevolg van nautische veiligheid zijn aanpassingen aan het park noodzakelijk om een positief advies te krijgen. Indien de aanpassingen gering zijn kan de ingediende MER aangevuld worden dan wel ambtshalve de vergunning aangepast. Indien de aanpassingen dermate groot zijn dat een nieuwe MER en aanvraag dient te worden gemaakt, verliest de initiatiefnemer de kans op een tijdige vergunning.

SCENARIO 1.2: uit de passende beoordeling of uit het MER komen aspecten waarmee rekening gehouden dient te worden met het besluit over de vergunningaanvraag.

Scenario 1.2.1: indien uit het generieke deel van de passende beoordeling blijkt dat door mitigatie het mogelijk is om significante negatieve effecten te vermijden, kan de initiatiefnemer bij niet te grote aanpassingen het MER en de vergunningaanvraag aanpassen dan wel ambtshalve de vergunning aangepast. Indien de aanpassingen dermate groot zijn dat een nieuwe MER dient te worden gemaakt, verliest de initiatiefnemer de kans op een tijdige vergunning.

Scenario 1.2.2: indien uit het generieke deel van de passende beoordeling blijkt dat het mogelijk is dat er ándere locaties zijn waarbij op grond van de passende beoordeling significante negatieve aspecten wel uit te sluiten zijn, en dit is, ondanks mitigatie niet het geval bij de onderhavige aanvraag, wordt de vergunning niet afgegeven.

Scenario 1.2.3: uit het generieke deel van de passende beoordeling blijkt dat in alle gevallen voor windenergie op zee significante negatieve effecten niet uit te sluiten en deze met mitigatie niet te vermijden zijn. Dan geldt het ADC criterium van de Vogel- en Habitatrichtlijn (Alternatieven, Dwingende redenen van groot openbaar belang, Compensatie). De consequentie is dat er gezocht zal moeten worden naar compenserende maatregelen. De compensatie van de negatieve effecten dient gerealiseerd te worden voordat het project wordt uitgevoerd. **N.B.: in dit geval 1.2.3 zullen de hier genoemde stappen en termijn niet meer gehaald kunnen worden.**

SCENARIO 1.3: als onder bepaalde omstandigheden de vliegveiligheid van en naar een olie- en gasplatform in het geding kan zijn vanwege de locatie van de windturbines, wordt aan de initiatiefnemer van het windturbinepark gevraagd hierover met de operator van het platform afspraken te maken. Als de partijen er onderling niet uitkomen, neemt het Bevoegd Gezag een besluit over de aanvraag na de overwegingen van de operator en initiatiefnemer gehoord te hebben. Bij een positief besluit ten aanzien van windenergie zal Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) bij de werkelijke aanvang van de bouw de vergunning tot vlieguitvoering voor het betreffend platform aanpassen.

SCENARIO 1.4: de aangevraagde locatie voor een windturbinepark is in tegenspraak met het advies van de Deltacommissie over mogelijke eilanden. Afhankelijk van de status van de vergunningaanvraag, het advies van de Deltacommissie en de timing qua realisatie zal hiervoor door het Bevoegd Gezag worden bepaald of een initiatief op de betreffende locatie voor een vergunning in aanmerking komt.

Tot 1 maart 2009

STAP 4b: behandelen van vergunningaanvragen door V&W/RWS Noordzee. Uiterlijk 1 maart 2009 dienen ingediende vergunningaanvragen, inclusief MER als volledig en juist beoordeeld te zijn.

Toelichting: bestaande initiatieven (startnotities) krijgen een reële periode van ruim 9 maanden de tijd om tot een volledige aanvraag inclusief MER te komen. Dat betekent dat per 1 maart 2009 volledige vergunningaanvragen, inclusief een volledig en juist verklaard MER ingediend moeten zijn. Na deze datum worden aanvragen niet meer in behandeling genomen. De Wbr-vergunningen zouden niet meer op tijd afgegeven kunnen worden om mee te kunnen doen met de tender voor de subsidieverstrekking. Na deze subsidieverstrekking wordt het bestaande

beleid vervangen door het nieuwe beleid waarin op een andere wijze vergunningen worden verstrekt. Het Bevoegd Gezag heeft een periode van 6 maanden plus een mogelijke uitloop van 9 weken nodig om een besluit af te geven.

Tabel B.1.1.1 Overzicht data en termijnen

actie	aanvraag vergunning met goed MER	volledige vergunning-aanvraag	definitieve beschikking	aanvraag subsidie	SDE-beschikking
uiterste datum	15 januari 2009	1 maart 2009	1 november 2009	1 december 2009	1 april 2010
benodigde tijd	→ 6 wkn	→ 35 wkn	→ 4 wkn	→ 18 wkn	

Eerste kwartaal 2009

Verdere subsidievoorwaarden nader uitgewerkt en bekend gemaakt.

Toelichting: een belangstellende partij wordt gekwalificeerd zodra is vastgesteld dat hij voldoet aan een aantal relevante basiseisen, zoals het hebben van een Wbr-vergunning (definitief besluit), een gedegen businessplan, een solide projectfinanciering en voldoende ervaring/kennis/kunde van de betreffende partij of het consortium.

December 2009

STAP 5: aanvragen voor subsidie dienen voor 1 december 2009 ingediend te zijn bij EZ. Voorwaarde voor een ontvankelijke aanvraag is in ieder geval een geldige Wbr-vergunning. Er wordt maximaal 450 MW gesubsidieerd.

Toelichting: eventuele beroepsprocedures tegen een Wbr-vergunning zijn geen beletsel om mee te doen aan de tender voor de SDE-subsidie.

1 december 2009 – 1 april 2010

STAP 6: beoordelen subsidieaanvragen door EZ.

Toelichting: Dit gebeurt aan de hand van de eerder gepubliceerde criteria en uiterlijk 1 april 2010.

Uiterlijk 1 april 2010

STAP 7: besluit toekenning SDE aan een of twee parken door EZ.

Toelichting: indien de verstrekte SDE-subsidie minder is dan 450 MW wordt dan bekeken op welke wijze met de resterende gereserveerde gelden omgegaan wordt.

Tot november 2012

STAP 8: bouwactiviteiten checken door V&W/RWS Noordzee.

Toelichting: de Wbr-vergunningen gelden in principe voor een periode van 3 jaar. De initiatiefnemer met de subsidiebeschikking moet gaan bouwen binnen een termijn van maximaal 3 jaar na de datum van verlening van de Wbr-vergunning.

- Niet gebruikte Wbr-vergunningen vervallen.

Toelichting: de in 2008 en 2009 verstrekte Wbr-vergunningen die niet geleid hebben tot realisatie van een windturbinepark vervallen automatisch na een periode van 3 jaar.

3 CRITERIA BIJ HET BEOORDELEN VAN WBR-VERGUNNING-AANVRAAG

Hieronder volgt een opsomming van de criteria die het bevoegd gezag (BG, RWS Noordzee in opdracht van de Staatssecretaris van W&W) hanteert bij het nemen van een besluit over vergunningaanvragen voor windturbineparken in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr). Het woord "criteria" wordt hier in de ruimste zin van het woord bedoeld: wat neemt het bevoegd gezag in haar overwegingen mee om tot een gewogen besluit te kunnen komen? De volledige procedure voor het aanvragen van een vergunning – waar deze besluitvorming een onderdeel van uitmaakt – is te vinden in het overzicht "termijnen en procedures", te downloaden op www.noordzeeloket.nl.

1 Overheidsbeleid zoals verwoord in:
   - Nota Ruimte
   - Integraal Beheerplan Noordzee 2015, en
   - Programma "Schoon en zuinig".

   Zie beleid op www.noordzeeloket.nl en www.vrom.nl.

2 Wet beheer Rijkswaterstaatswerken (Wbr)

   Zie wetgeving op www.noordzeeloket.nl.

3 Beleidsregels inzake toepassing Wbr op installaties in de EEZ, december 2004
- Geen vergunning als een gebied wordt vrijgehouden voor andere functies (Art. 3).
- Een aanvraag mag niet meer ruimte in beslag nemen dan 50 km^2 (Art. 3).
- De vergunningaanvraag moet volledig zijn; een milieueffectrapport (MER) is vereist (Art. 4).
- Behoud van mogelijkheden voor een doelmatig en veilig gebruik van de Noordzee (Art. 5).
- Rekening houden met Nota Ruimte en andere op de Noordzee betrekking hebbende plannen op grond van de Wet op de waterhuishouding, de Wet op de Ruimtelijke Ordening, de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Wet milieubeheer (Art. 5).

Voor de Beleidsregels, zie de downloads op www.noordzeeloket.nl.

4 Richtlijnen inzake de inhoud van het MER, V&W RWS Noordzee
Het bevoegd gezag geeft voor iedere startnotitie specifieke richtlijnen af. De richtlijnen schrijven voor welke onderwerpen in het MER opgenomen moeten worden. Op basis van de richtlijnen beoordeelt het bevoegd gezag of het MER volledig en juist is. Ook de Commissie voor de m.e.r. (Cmer) toetst aan de richtlijnen.
Zie de tot op heden afgegeven richtlijnen op www.noordzeeloket.nl.

5 Adviezen aan het bevoegd gezag, ecologie, scheepvaartveiligheid en luchtvaartveiligheid
Het bevoegd gezag raadpleegt naar eigen inzicht een aantal adviseurs op verschillende vakgebieden om tot een gewogen besluit te kunnen komen. Ook de inspraakreacties, die in dezelfde periode als de adviezen ontvangen worden, kunnen worden gezien als "adviezen". Voor al deze adviezen geldt dat het BG zelf kan bepalen of ze daar opvolging aan geeft of niet. In bijlage 1 volgt een overzicht van de belangrijkste adviseurs en hoe het BG met hun adviezen tot op heden omgaat. De adviezen betreffen de aspecten ecologie (A), scheepvaartveiligheid (B) en luchtvaartveiligheid (C).

4 CONTOUREN VAN HET NIEUWE BELEID

1 Het Rijk (voortouw Staatssecretaris van V&W) wijst "windgebieden" aan in het Nationaal Waterplan 2009:
- windgebieden zijn gebieden in zee waar naar de visie van het rijk windturbineparken zouden kunnen worden gerealiseerd, rekening houdend met andere functies op de Noordzee (ecologische randvoorwaarden, scheepvaart en luchtvaart, olie- en gas-

winning en dergelijke). Voor de omvang van deze gebieden wordt uitgegaan van ordegrootte 6.000 MW
- het totaal oppervlak van het windgebied zal circa 1.000 – 1.500 km^2 zijn
- belangenafweging ten aanzien van vaststelling windgebieden vindt plaats via het proces van Plan MER en structuurvisie rond het Nationaal Waterplan
- de status van deze "windgebieden" is dat ze worden vrijgehouden voor de functie wind en dat het rijk vastlegt dat zij alleen in deze gebieden via een specifieke regeling (in het kader van de Stimuleringsregeling duurzame energie) de subsidie zullen geven (daarbuiten dus niet).

2 Periodiek stelt het Rijk (voortouw Ministerie van EZ) "windkavel/licentiegebied" open voor inschrijving voor tender ten behoeve van subsidietoewijzing en verkrijgen van "licentie":
- windkavel is het gebied, vastgelegd in coördinaten binnen het windgebied
- de grootte van de windkavel wordt door het rijk vooraf bepaald en is (periodiek) afhankelijk van beschikbare subsidie
- de markt kan voorstellen indienen voor een windturbinepark in de opengestelde kavel, waarbij in ieder geval wordt aangegeven wat het beoogde opgesteld vermogen is, wat de beoogde energieproductie is en wat de benodigde financiële ondersteuning is
- het rijk kiest in de tender 1 partij uit de ingediende aanvragen (belangrijkste criteria zijn hoogste energieproductie voor laagste subsidie, betrouwbaarheid business plan, technische betrouwbaarheid van het voorstel)
- de gekozen partij krijgt een voorlopige/voorwaardelijke subsidietoekenning inclusief licentie, met de verplichting om binnen een bepaalde periode (gefaseerd mijlpalen vastleggen) het park op die plek verder te ontwikkelen, de Wbr-vergunningaanvraag inclusief MER in te dienen, een vergunning te verkrijgen en het park te bouwen en te exploiteren.

3 De betrokken licentiehouder dient een Wbr-vergunningaanvraag (inclusief MER) in en het rijk (voortouw Staatssecretaris van V&W) verleent de Wbr-vergunning:
- de Wbr-vergunning is op basis van een inrichtings-MER en betreft "fine tuning"; bij aanwijzing van windgebieden in het Nationaal Waterplan heeft reeds een globale beoordeling (ook nog rekening gehouden met cumulatieve effecten) plaatsgevonden ten aanzien van de geschiktheid van de locatie.

Bijlage 1 ADVIEZEN BIJ HET BEOORDELEN VAN WBR-VERGUNNING-AANVRAGEN VOOR WINDTURBINEPARKEN OP ZEE

a ECOLOGIE

- Adviezen van de RWS Waterdienst en de Commissie voor de m.e.r. (Cmer)

  De RWS Waterdienst (WD) (voorheen: RIKZ) toetst aan de regelgeving die van toepassing is op het natuurbeheer op de Noordzee. Adviezen van de WD betroffen tot op heden met name de volledigheid en juistheid van het MER.

  De Cmer toetst aan:
  - de richtlijnen voor het MER
  - onjuistheden in het MER, en
  - de wettelijke regels over de inhoud van het MER.

  De Cmer adviseert tot nu toe bij alle MER's voor windturbineparken om een passende beoordeling op basis van de Habitatrichtlijn uit te (laten) voeren op het gebied van:
  - effecten van onderwatergeluid van windparken op zeezoogdieren en vissen, en
  - aanvaringsrisico voor vogels.

  Zie www.commissimer.nl voor de tot op heden afgegeven adviezen door de Cmer.
- Het BG en adviezen op gebied van ecologie:
  - het BG heeft naar aanleiding van het advies van de Cmer de RWS Waterdienst opdracht gegeven de passende beoordeling uit te voeren. De uitkomsten van de passende beoordeling worden 1 juli 1008 verwacht en bestaan uit een generiek deel en een locatiespecifiek deel. Het generieke deel zal worden gepubliceerd op www.noordzeeloket.nl
  - zodra wordt besloten een vergunning af te geven, adviseert de RWS Waterdienst over de monitoringsvoorschriften die in de vergunning moeten worden opgenomen.

b SCHEEPVAARTVEILIGHEID

- Adviezen van de Nautische adviesgroep

  Op het gebied van scheepvaartveiligheid ontvangt het BG tot op heden vele gevraagde en ongevraagde adviezen. De inhoud van deze adviezen loopt zeer ver uiteen. De onderbouwing die bij de adviezen wordt geleverd, is niet altijd toereikend voor het nemen van een weloverwogen besluit. Daarom heeft het BG besloten tot het instellen van een Nautische adviesgroep. Deze adviesgroep geeft een advies op basis van de relevante onderdelen van het MER, de bijbehorende adviezen en haar eigen expertise en praktische ervaring op zee. De groep bestaat uit een aantal ervaren Noordzeeloodsen en medewerkers van het Kustwachtcentrum en van Verkeer & Waterstaat.

De aspecten die door de Nautische adviesgroep in overweging worden genomen, zijn na te lezen in de tot op heden bij de afgegeven ontwerpbesluiten gepubliceerde adviezen. Deze zijn te vinden op www.inspraakpunt.nl (als onderdeel van ontwerpbesluiten).

- Het BG en adviezen op het gebied van scheepvaartveiligheid
  De volgende aspecten hebben een rol gespeeld in de besluitvorming:
  - ankergebieden: afstand van parken tot ankergebieden, mogelijkheden om veilig ten anker te gaan rekening houdend met windrichting, stroom, aanvaarroutes en ter plaatse geldende scheepvaartverkeersmaatregelen, mogelijkheden om ankergebied te verplaatsen of te verkleinen wel/niet aanwezig
  - afstand tot vaarroutes: 500 meter afstand tussen park en clearways of verkeersscheidingsstelsels is minimaal; een grotere afstand is gewenst, indien:
    1. het park zich aan de stuurboordzijde van de vaarroute bevindt en het een druk bevaren route betreft (bijvoorbeeld in havenaanloopgebied), en/of
    2. daar waar drukke routes elkaar kruisen en/of
    3. andere obstakels zoals platforms aanwezig zijn, en/of
    4. het park zich in of nabij een scheidingszone van een verkeersscheidingsstelsel bevindt
  - (radar)zicht en kritische gebieden: de drukte op het radarbeeld aan boord van een schip varend in het gebied en – indien van toepassing – op het radarbeeld van de verkeersbegeleiding. In een "kritisch gebied"[1] zijn er veel scheepsbewegingen in verschillende richtingen en met verschillende snelheden. Deze drukte speelt een aanvullende rol bij besluitvorming, evenals de drukte van het visuele beeld dat de stuurman vanaf zijn schip ervaart
  - cumulatieve effecten: de combinatie van het betreffende park met omliggende (in ontwerp) vergunde parken wordt in beschouwing genomen. Er wordt daarbij van uitgegaan dat smalle corridors tussen parken niet worden bevaren door de grotere zeeschepen
  - mitigerende maatregelen wel of niet mogelijk, zoals: intensievere verkeersbegeleiding, uitbreiden verkeersscheidingsstelsels, verplaatsen van ankergebieden, instellen van voorzorgsgebieden, aanpassing aan het park
  - veronderstellen dat een schip een windpark mag invaren in geval van nood is geen serieuze optie voor het BG.

---

[1]
a een verschillend gebied in/nabij een havenaanloopgebied met intensieve scheepvaart met verschillende snelheden uit verschillende richtingen, en/of
b een gebied waarin beloodsing plaatsvindt, en/of
c een gebied waarin wordt overgegaan van seaspeed naar havenmanoeuvreersnelheid en v.v.

Zie de volledige teksten van de tot op heden afgegeven besluiten op www.inspraakpunt.nl.

c LUCHTVAARTVEILIGHEID/BEREIKBAARHEID PLATFORMS

- Adviezen van Inspectie Verkeer en Waterstaat, toezichteenheid luchtvaart
  IVW adviseerde in 2007 de vergunning voor een park te weigeren gelet op de nabijheid van een mijnbouwinstallatie. Het aanvliegen van deze installaties door helikopters zal in specifieke gevallen (hoge windkracht, windrichting, slecht zicht) worden beperkt. Dit betekent dat het platform in deze specifieke gevallen niet bereikbaar is, ook niet in geval van calamiteiten. Bovendien bestaat er een groter risico op een (dodelijk) ongeval door aanvaring van een helikopter met een windturbine. Het gaat daarbij met name om situaties waarbij er problemen met de helikopter zelf zijn (bijvoorbeeld motorstoring of motoruitval). In combinatie met slechte weersomstandigheden kan dit tot levensbedreigende situaties leiden.
  IVW geeft verder aan dat alleen indien het park wordt opgebouwd buiten een obstakelvrije zone van 5 nautische mijlen (+/- 9 km) vanaf het helikopterdek, wordt tegemoetgekomen aan separatienormering die in diverse leidende internationale normen staat omschreven. Deze 5 NM wordt gehanteerd bij het aanvliegen op instrumenten (blind) volgens een zogenaamde glijvlucht.
- Het BG en adviezen op het gebied van luchtvaartveiligheid
  Het BG kan de volgende keuzes maken:
  1 er wordt geaccepteerd dat het platform niet altijd onder alle omstandigheden vanuit alle richtingen aanvliegbaar is en een vergunning voor het windpark kan worden afgegeven. Aan de vliegveiligheid wordt niet getornd; of
  2 het windturbinepark wordt zodanig aangepast (binnen de aanvraag) dat voldaan wordt aan de obstakelvrije zone van 5 zeemijl (waarmee tegemoet wordt gekomen aan de opmerking van de Luchtverkeersleiding Nederland en IVW); of
  3 de vergunning voor het windpark zal moeten worden geweigerd.

Ad 1: indien er wordt geoordeeld dat het vanuit veiligheidsoogpunt acceptabel is dat het platform niet altijd onder alle omstandigheden vanuit alle richtingen aanvliegbaar is, dan zal de initiatiefnemer met de operator van de mijnbouwinstallatie tot een vergelijk moeten komen over beperkingen ten aanzien van de bereikbaarheid van de mijnbouwinstallatie en/of mitigerende maatregelen om de bereikbaarheid acceptabel te houden. Criteria die daarbij een rol spelen (niet limitatief) zijn:

- ligging (richting en afstand) van windmolens in relatie tot het platform
- aanvliegrichtingen die geblokkeerd worden door het park en frequentie van gebruik daarvan

- flexibiliteit/mogelijkheden om park anders in te richten dan voorgenomen
- bemand/onbemand platform
- karakter van de operaties op het platform
- type helikopter dat wordt ingezet
- mogelijke synergie tussen operaties op het platform en in het windpark (denk bijvoorbeeld aan combineren van het helikopterverkeer naar platform en windpark, mede gebruik van (verlaten) platform door wind operator)
- gewilligheid van platformoperators om mee te werken aan een oplossing
- levensduur van het platform die resteert.

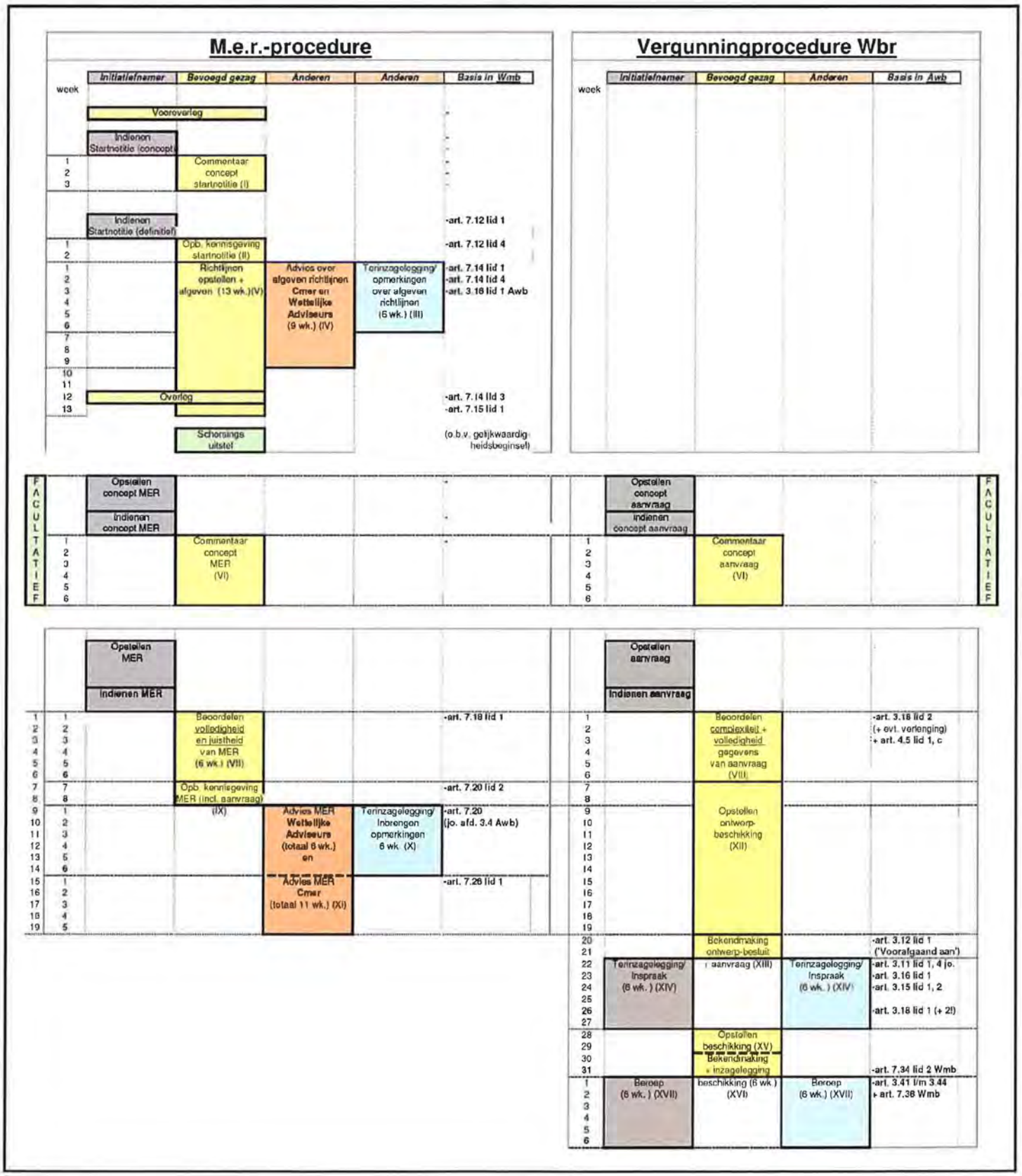
Komen partijen tot een vergelijk dan zal IVW wellicht de vergunning voor het helikopterdek moeten aanpassen (en mogelijk zal de mijnbouwmilieuvergunning van EZ moeten worden aangepast). Daartegen kan door andere partijen overigens wel beroep worden ingesteld.

Ad 2: een kleiner windturbinepark kan, als het om een in omvang kleine wijziging gaat en er geen cruciale elementen van het park worden geraakt, worden bereikt door het ambtshalve partieel verlenen (en dus een deel weigeren) van de Wbr-vergunning. Gaat het om een omvangrijk deel van het park of worden cruciale onderdelen van het park geraakt, dan zal de initiatiefnemer een gewijzigde vergunningaanvraag moeten indienen.

Ad 1 en 2: komen partijen niet tot een vergelijk en is een kleiner, aangepast park geen optie, dan kan V&W alsnog besluiten of zij het acceptabel vindt om de bereikbaarheid van platforms te beperken. De platformoperator kan een beroep doen op de Regeling nadeelcompensatie V&W 1999, indien hij daarbij aantoonbaar onevenredige schade oploopt.

Ad 3: indien middels de hier beschreven route geen acceptabele oplossingen kunnen worden gevonden, zal het BG de vergunningaanvraag voor het windturbinepark moeten weigeren.

1.2 PROCEDURESCHEMA M.E.R. EN VERGUNNING WBR



1.3 ANDERE BESLUITEN

Om het voorgenomen windturbinepark te kunnen realiseren, zijn naast de Wbr-vergunning verscheidene andere vergunningen of ontheffingen vereist. Tabel B1.3.1 geeft de activiteit waarvoor het besluit (mogelijk) noodzakelijk is, de benodigde besluiten, het wettelijk kader en het bevoegd gezag weer. Dit overzicht is een eerste inschatting.

Tabel B.1.3.1 Overzicht andere besluiten

Duindoorsteek en kruising water(keringen)	Keurontheffing	Keur	Waterbeheerder
Oprichting en exploitatie windturbinepark en/of een transformatorstation op land	Wm-vergunning	Wet milieubeheer	Provincie of gemeente
Bouw schakel- of transformatorstation	Bouwvergunning	Wet op de ruimtelijke ordening	Gemeente
Alle activiteiten die nadelige effecten hebben voor plant- en diersoorten	Ontheffing	Flora- en faunawet	Ministerie van LNV
Alle activiteiten die nadelige effecten hebben op beschermde gebieden	Vergunning	Natuurbeschermingswet	Ministerie van LNV of Provincie
Lozen water op oppervlaktewater bij aanleg elektriciteitskabel op land	Vwo-vergunning	Wet verontreiniging oppervlaktewater	Waterbeheerder
Onttrekken van water en lozen op oppervlaktewater bij aanleg elektriciteitskabel op land	Wwh-vergunning	Wet op de waterhuishouding	Waterbeheerder
Bestemmingswijziging voor aanleg elektriciteitskabel op land en/of bouw schakel- of transformatorstation	Ontheffing of bestemmingsplanwijziging	Wet ruimtelijke ordening	Gemeente
Aanleg elektriciteitskabel op land	Aanlegvergunning	Wet ruimtelijke ordening, vastgelegd in bestemmingsplan	Gemeente
(Ondergronds) kruisen van een monument met een elektriciteitskabel	Vergunning	Monumentenwet	Gemeente
Aanwijzing netbeheerder[1)]	Instemming	Elektriciteitswet	Minister van EZ

1) er is sprake van een net, en daarmee netbeheerder, als de elektriciteitskabel niet tot de installatie van de producent behoort. Onbekend is of dit voor Tromp Binnen het geval zal zijn

BIJLAGE 2 AFWEGINGSKADERS NATUUR EN MILIEU

INHOUD

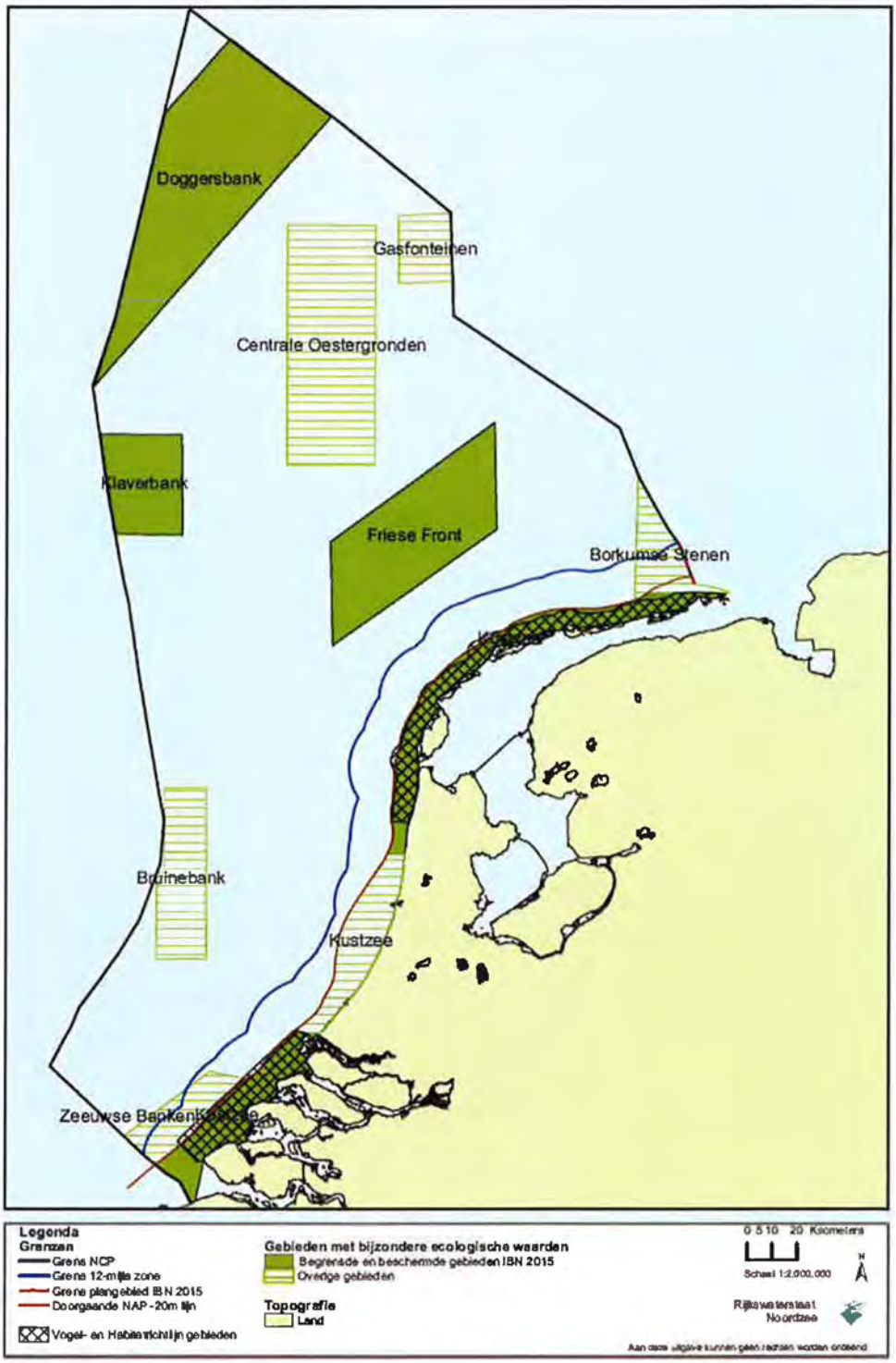
2.1 GBEW-gebieden en overige gebieden (bron: IBN 2015) 1

2.2 Toetsingskader Habitatrichtlijn art. 6, lid 3 en 4 2

2.3 Natura 2000-gebieden 3

2.4 Beleidskader 4

2.1 GBEW-GEBIEDEN EN OVERIGE GEBIEDEN (BRON: IBN 2015)



2.2 TOETSINGSKADER HABITATRICHTLIJN ART. 6, LID 3 EN 4

(lid 3) "Voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een dergelijk gebied, wordt een passende beoordeling gemaakt van de gevolgen voor het gebied, rekening houdend met de instandhoudingsdoelstellingen van dat gebied. Gelet op de conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied en onder voorbehoud van het bepaalde in lid 4, geven de bevoegde nationale instanties slechts toestemming voor dat plan of project nadat zij de zekerheid hebben verkregen dat het de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebied niet zal aantasten en nadat zij in voorkomend geval inspraakmogelijkheden hebben geboden."

(lid 4) "Indien een plan of project, ondanks negatieve conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied, bij ontstentenis van alternatieve oplossingen, om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard, toch moet worden gerealiseerd, neemt de Lidstaat alle nodige compenserende maatregelen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft. De Lidstaat stelt de Commissie op de hoogte van de genomen compenserende maatregelen. Wanneer het betrokken gebied een gebied met een prioritair type natuurlijke habitat en/of een prioritaire soort is, kunnen alleen argumenten die verband houden met de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid of met voor het milieu wezenlijke gunstige effecten dan wel, na advies van de Commissie, andere dwingende redenen van groot openbaar belang worden aangevoerd".

2.3 NATURA 2000-GEBIEDEN

Van noord naar zuid gaat het om de volgende gebieden:

Vogelrichtlijngebieden
- Waddenzee
- Waddeneilanden-Noordzeekustzone-Breebaart
- Zwanenwater
- Voornes Duin
- Kwade Hoek
- Voordelta
- Westerschelde
- Zwin

Habitatrichtlijngebieden
- Noordzeekustzone
- duinen van de Waddeneilanden
- Waddenzee
- Duinen Den Helder-Callantsoog
- Duinen Zwanenwater en Pettermeerduinen
- Duinen Schoorl
- Noordhollands Duinreservaat
- Kennemerland-Zuid
- Duinen Goeree
- Voordelta
- Voornes Duin
- Westerschelde
- Zwin.

2.4 BELEIDSKADER

Deze bijlage behandelt het wettelijk en het beleidskader (kortweg: beleidskader) voor de besluitvorming. Het beleidskader levert enerzijds de randvoorwaarden die bij het ontwikkelen van windturbineparken in de Noordzee in acht moeten worden genomen, en daarnaast het kader voor de beoordeling en toetsing van de effecten van windturbineparken.

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
energie en klimaat	internationaal	United Nations Framework Convention on Climate Change (1992)	Streeft naar reductie van CO_2-emissies met 8% in de periode van 2008 tot 2012 ten opzichte van de uitgestoten hoeveelheid in 1990	Streven naar reduceren CO_2-emissies, o.a. door stimuleren duurzame energie. Verdrag IS uitgewerkt in Uitvoeringsnota klimaatbeleid (1990)
		Kyoto-protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (1997)	Geeft exacte doelstellingen om de hierboven genoemde emissiereductie te bereiken	Het doen van onderzoek en het verbeteren van het gebruik van duurzame energie is een van de doelstellingen. Verdrag is uitgewerkt in Uitvoeringsnota klimaatbeleid (1990)
		Richtlijn betreffende de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen op de interne elektriciteitsmarkt (2001)	Producenten en leveranciers hebben een taak om te bevorderen dat elektriciteit die door henzelf en door afnemers op een doelmatige en milieuhygiënisch verantwoorde wijze wordt geproduceerd of gebruikt	Stimulering duurzame energie, dus ook windenergie. Richtlijn is geïmplementeerd in de Elektriciteitswet 1998
	Nationaal	Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (1999)	In 2010 moet 5% van de energiebehoefte worden gedekt met duurzame energiebronnen en in 2020 10%	Geeft initiatieven om CO_2 te reduceren o.a. door stimuleren windenergie, convenant BLOW, windparken op zee
		Nationaal Milieubeleidsplan 4 (2001)	Doelstelling is de transitie naar een duurzame energiehuishouding	Streeft naar de inzet van hernieuwbare energiebronnen, waaronder windenergie

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Energierapport 2005 (2005)	- Accent op mondiale klimaatprobleem - Duurzame energie door energietransitie realiseren - Realiseren Kyoto-doelstelling - In 2010 is 9% van de elektriciteit duurzaam geproduceerd	Naast biomassa wordt van windenergie op korte termijn de grootste bijdrage verwacht. Knelpunten: hoge kosten en adequate Inpassing in het landelijk elektriciteitsnet
		Werkprogramma Schoon en Zuinig (2007)	- 30% CO_2-reductie t.o.v. 1990 (2020) - 20% duurzame energie (2020) - 2% energiebesparing p.j. (2020)	Belangrijkste sturende duurzame energie-ambitie voor middellange termijn
		Energierapport 2008	- herhaling uitgangspunten Energierapport 2005 - 2050: 40% duurzaam (EU) - ontwikkelen energie-infrastructuur	Lange termijn ambitie
		SDE	Subsidieregeling om het duurzame energiebeleid een impuls te geven	
		Bestuursovereenkomst Landelijke Ontwikkeling van Windenergie (BLOW) (2001)	Afspraak met provincies en gemeenten opdat in 2010 de doelstelling van ten minste 1500 MW in het provinciaal ingedeelde deel van het Nederlandse territoir wordt bereikt	Bestuursovereenkomst geldt niet voor windturbineparken op zee
		Derde Energienota (1995)	- In 2020 een energie-efficiency van 33% - Aandeel duurzame energiebronnen van 10% - 17% van elektriciteitsvoorziening moet duurzaam zijn - Grootschalige winning op zee wordt van belang geacht	Windenergie wordt als belangrijk ervaren, vooral in de fase tot 2020
		Energiebesparingnota (1998)	Brengt in beeld welke opties er zijn om het besparingstempo vast te houden bij hogere economische groei	Vervolg op de Derde Energienota van 1996
		Actieprogramma duurzame energie in Opmars 1997-2000 (1997)	Beschrijft de activiteiten die in gang zijn gezet om duurzame energie een steeds grotere rol te laten spelen in Nederlandse energievoorziening. De Voortgangsrapportage Duurzame Energie (1999) doet hiervan verslaglegging	Het actieprogramma geeft ten aanzien van windenergie drie mogelijke richtingen voor de plaatsingsstrategie. Ontwikkeling van windenergie op zee is er een van

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Elektriciteitswet (1998) en wijzigingen	Bevat regels en bepalingen over het gebruik, beheer van het elektriciteitsnetwerk en het transport en de levering van elektriciteit. Duurzame energie is hier een onderdeel. Diverse Europese richtlijnen zijn hier in geïntegreerd	Juridisch kader voor energieproductie, -gebruik en -beheer
		Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV2, 1993, zie ook ruimtelijk beleid)	Een ruimtelijk en milieuhygiënisch toetsingskader voor de planning van elektriciteitswerken	In SEV2 zijn windturbineparken in de Noordzee nog niet voorzien. Wel heeft in 2001 een partiële herziening van de SEV2 plaatsgevonden
		Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV3 in ontwikkeling, zie ook ruimtelijk beleid)	SEV3 zal de SEV2 vervangen en geeft een ruimtelijk en milieu hygiënisch toetsingskader voor de planning van elektriciteitswerken	In SEVIII kunnen zonodig locaties voor windparken met een vermogen van meer dan 50 MW en hoger worden opgenomen (is niet gebeurd in ontwerp-SEVIII)
Ruimtelijk beleid (Noordzee)	Internationaal	UNCLOS (1982)	– Belangrijkste internationale overeenkomst over de rechten en plichten op zee – Staten hebben binnen de territoriale zee (12-mijlszone) volledige zeggenschap – Buiten territoriale zone kan een (kust)staat een Exclusieve Economische Zone EEZ) instellen	– Geïmplementeerd in de Wet beheer Rijkswaterstaatwerken – Nederland mag binnen haar EEZ activiteiten uitvoeren, waaronder windenergie
		Verdrag van Malta (Valetta, 1992)	Voor bewaren archeologisch erfgoed moeten zoveel mogelijk beheermaatregelen worden genomen	Verdrag wordt bij wijziging van de Monumentenwet, in deze wet geïmplementeerd. Met ondertekening heeft de Nederlandse overheid zich aan het verdrag gecommitteerd. De voorgenomen activiteit zal zich aan dit Verdrag houden
	Nationaal	Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr, 1996)	Volgens de Wet is het verboden zonder vergunning van de Minister van V&W gebruik te maken van een waterstaatswerk of het oprichten en in stand houden van eilanden, installaties en overige structuren. Belangrijke beleidsregels zijn: – Beleidsregels inzake de toepassing van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken met betrekking tot installaties in de exclusieve economische zone van 24 april 2002	Juridisch kader voor het realiseren van windturbine-parken op zee. Tot 31 december 2004 gold een moratorium voor windturbines op zee (met uitzondering van Haalbaarheidsstudies Near ShoreWindpark en Q7). Op 29 december 2004 is mogelijk op grond van deze wet vergunningen voor windturbineparken op zee aan te vragen, waarvoor de MEP kan worden gebruikt. Wet is

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
			- Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken van 15 mei 2002	ook van belang voor aanvragen vergunning voor aanleggen kabels/leidingen door/onder/langs Rijkswegen
		Vierde nota over de ruimtelijke ordening extra (1993, VINEX)	In deze planologische kern beslissing (PKB) zijn de beginselen, hoofdlijnen en belangrijkste maatregelen van het nationaal ruimtelijk beleid opgenomen	In de VINEX worden geen uitspraken gedaan over de EEZ
		Nota Ruimte (2004)	- Nota legt het nationaal ruimtelijk beleid vast tot 2020 - De hoofddoelstelling in de Nota Ruimte voor de Noordzee is versterking van de economische betekenis van de Noordzee en behoud en ontwikkeling van internationale waarden van natuur en landschap - De nota heeft de doelstelling om voor 2020 een totaal opwekkingsvermogen van 7500 Megawatt (MW) te bereiken (1500 op land en 6000 MW op zee) - De bouw van windturbine parken in de EEZ is in beginsel toegestaan buiten de volgende specifieke uitsluitings-gebieden - In of in de nabijheid van de vijf ecologisch waardevolle gebieden zijn nieuwe plannen, projecten of handelingen, die significante gevolgen kunnen hebben voor de te behouden kenmerken en natuurwaarden in deze gebieden niet toegestaan, tenzij er geen reële alternatieven zijn én er sprake is van redenen van groot openbaar belang - Geeft een Stappenplan voor de afweging van nieuwe activiteiten op de Noordzee	- De aanleg van windturbineparken in de EEZ wordt om dwingende redenen van groot openbaar belang geacht - De voorgenomen activiteit zal niet plaatsvinden binnen de uitsluitingsgebieden zoals vastgelegde scheepvaartrouten en clearways, aanloop- en ankergebieden, defensierestrictiegebieden en de reserveringsgebieden voor de winning van beton-, en metselzand - De voorgenomen activiteit zal niet plaatsvinden in de nabijheid van de in de Nota aangewezen ecologisch waardevolle gebieden - Tijdens de voorgenomen activiteit het Stappenplan Noordzee uit de Nota toegepast

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN2015, 2005)	- Is een uitwerking van de Nota Ruimte en geeft een overzicht van het beheer van de Noordzee voor de komende 10 jaar. Vormt het beleidskader voor het Wbr-vergunningstelsel - Alle toekomstige parken moeten buiten de 12-mijlszone worden gerealiseerd - Als aanlandingspunten lijken Beverwijk of Maasvlakte geschikt, deze zijn immers al op het landelijke elektriciteitsnet aangesloten - Scheepvaart is in de windturbineparken niet toegestaan - Maricultuur (kweek van schelpdieren) kan mogelijk worden gecombineerd met vaste objecten zoals wind-turbines	- Het windturbinepark bevindt zich buiten de 12-mijlszone - Het aanlandingspunt Maasvlakte is een van de alternatieven - Indien uit onderzoek blijkt dat Maricultuur bij de voorgenomen activiteit gecombineerd kan worden en wenselijk is, zal dit worden toegepast
		Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (2001, 2004, RON)	Het RON geeft locaties aan waar ontgrondingen niet of slechts onder voorwaarden mogen plaatsvinden. Het plangebied van de RON is de territoriale zee en het continentaal plat	Het windturbinepark zelf bevindt zich buiten het plangebied van RON. Bij de aanleg van de kabel moet wel rekening worden gehouden met gebieden die gepland staan voor oppervlaktedelfstoffen winning
		Structuurschema Oppervlakte delfstoffen (1996)	Landelijk beleid voor oppervlaktedelfstoffen	Dit landelijk beleid wordt regionaal uitgewerkt, RON is de regionale uitwerking voor de Noordzee
		Structuurschema buisleidingen (1984 en 2003, gedeeltelijk verwerkt	- Bevat aanlandingspunten voor toekomstige hoofd-transportleidingen. Aanlandingspunten van en naar de Noordzee zijn Callantsoog, IJmond en Rijnmond - Geeft richtlijnen voor besluitvorming over hoofdverbindingen: beperken van (in)direct ruimtebeslag en zoveel mogelijk bundel- en met andere infrastructuur - Het Structuurschema is in 2003 met 5 jaar verlengd en is gedeeltelijk overgenomen door de Nota Ruimte	Het aanlandingspunt Rijnmond voorziet in aansluitingsmogelijkheden op de Maasvlakte en nabij Hoek van Holland

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Kustverdediging na 1990. Beleidskeuze voor Kustlijnzorg (1991)	Richt zich op behouden veiligheid en dynamisch handhaven van kustlijn	Bij de aanlanding van de kabels wordt rekening gehouden met het beleid voor kustzorg, zoals de waterkeringen en zoekgebieden voor veiligheid
		Beleidsnota scheepvaartverkeer Noordzee, op koers (1987)	Beschrijft beleidsdoelstellingen en een actieprogramma voor onder meer een veiliger scheepvaart op de Noordzee en het bereiken van afstemming tussen scheepvaart en andere gebruiksfuncties	Binnen het windturbinepark mag geen scheepvaart-verkeer plaatsvinden
		Structuurschema Militaire Terreinen (1984)	Bevat de doelstellingen voor het ruimtelijk defensiebeleid en de richtlijnen die daarop van toepassing zijn	De voorgenomen activiteit mag niet plaatsvinden in gebieden die zijn aangewezen voor gebruik als militair terrein
		Het Structuurschema militaire terreinen 2 (in ontwikkeling)	Bevat de doelstellingen voor het ruimtelijk defensiebeleid en de richtlijnen die daarop van toepassing zijn	Bij inwerkingtreding van het Structuurschema militaire terreinen 2 vervangt deze het vigerende structuurschema
		Project-PKB near shore windpark (2001)	Geeft randvoorwaarden voor de aanleg van een windturbinepark op de Noordzee en legt het tracé vast voor de kabel voor transport van elektriciteit naar een punt voor Inpassing in het landelijk elektriciteitsnet	De twee pilotprojecten waarvoor vergunningen zijn verleend: het zogenaamde Near Shore Windpark en het Q7-park dienen als haalbaarheidsstudie
		Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV2, 1993) Noordzee, op koers (1987)	Een ruimtelijk en milieuhygiënisch toetsingskader voor de planning van elektriciteitswerken	In SEV2 zijn windturbineparken in de Noordzee nog niet voorzien. Wel heeft in 2001 een partiële herziening van de SEV2 plaatsgevonden
		Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV III, in ontwikkeling)	SEVIII zal de SEV2 vervangen en geeft een ruimtelijk en milieuhygiënisch toetsingskader voor de planning van elektriciteitswerken	In SEVIII kunnen zonodig locaties voor windparken met een vermogen van meer dan 50 MW en hoger worden opgenomen
		Derde Kustnota (2000)	Evalueert de beleidskeuze van dynamisch handhaven van de kustlijn, uitgevoerd in de periode 1990-2000	Aangegeven wordt dat met kustbeleid rekening moet worden gehouden met nieuwe activiteiten als windturbineparken
		PKB-plus Project Mainport Ontwikkeling Rotterdam (PMR, Pkb deel 4, 2003)	Bevat ruimtelijke reservering voor uitbreiding van de Rotterdamse haven met een landaanwinning van maximaal 1000 hectare netto en natuurcompensatie in de vorm van een zeereservaat voor de Haringvlietmond	Bij de keus voor kabeltracé is rekening gehouden met dit PKB

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Beleidsnota scheepvaartverkeer	Een eerste integrale beleidsvisie voor de scheepvaart uitgewerkt in een aantal concrete doelstellingen en een actieprogramma	Het bereiken van afstemming tussen scheepvaart en andere gebruiksfuncties
		Wet op de Waterkering (1995) Wet op de Waterhuishouding (1989)	Bevat regels om beveiliging van waterkeringen te garanderen. De Wet op de waterhuishouding (Wwh) stelt regels voor een samenhangend en doelmatig waterhuishoudingsbeleid en waterhuishoudingsbeheer	Bij aanleggen leidingen door/onder dijken, waterkeringen en voor het doorkruisen van watervaarwegen is een vergunning vereist
	Provinciaal / lokaal	Streekplannen		Bestaande functies en toekomstige ontwikkelingen leggen beperkingen op voor het kabeltracé aan land
		Bestemmingsplannen		Bestaande bestemmingen leggen beperkingen op voor het kabeltracé aan land
		Keur		Geeft randvoorwaarden voor werkzaamheden in of nabije waterkeringen, het dempen van sloten en dergelijke. Van belang bij de kruising van de duinen en voor het elektriciteitstracé aan land
Natuur	Internationaal	Europese Vogelrichtlijn (1979)	Bescherming van in het wild levende vogels en hun leefgebied d.m.v. beschermingszones	Plannen en projecten in of nabij Vogelrichtlijngebied zijn alleen onder bepaalde voorwaarden toegestaan. Voor de beoordeling wordt het afwegingskader uit de habitatrichtlijn toegepast (zie paragraaf 2.3). Dit geldt ook voor activiteiten buiten deze gebieden (externe werking). Geïmplementeerd in Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en Faunawet. (Relevante gebieden zijn: de Voordelta en Voornes Duin
		AEWA (Afrikaans-Europees Watervogel-verdrag) (1995)	Beschermen van trekvogels tegen vangst en doden	Bij de voorgenomen activiteit moet de bescherming van trekvogels zoveel mogelijk gewaarborgd blijven
		ASCOBANS (bescherming van walvisachtigen en dolfijnen) (1994)	Bescherming van walvisachtigen en dolfijnen door nauwe samenwerking tussen lidstaten	De aanleg van het windturbinepark en de daarbij behorende kabels mag niet leiden tot verstoring van walvisachtigen

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Wetlands Conventie (Ramsar) (1971)	Behoud van aangemelde Wetlands (waaronder de Voordelta, Haringvliet en Voornes Duin) bevorderen	Is vertaald in de Vogelrichtlijn
		Conventie van Bern (1979)	Bescherming van leefmilieus bedreigde soorten, met name door planologisch beleid	Is vertaald in de Vogelrichtlijn
		Verdrag van Bonn (1979)	Bescherming van leefgebieden van trekvogels	Is vertaald in de Vogelrichtlijn
		Biodiversiteitsverdrag (1992)	Beschermen en herstellen van biologische diversiteit	Bevestiging afspraken zijn vastgelegd in de Habitatrichtlijn
		Internationale Ministersconferenties inzake de bescherming van de Noordzee (2002 en 2003)	Afspraken op ministerconferenties zijn harde politieke uitgangspunten voor het beleid van de Noordzeestaten. Uitgangspunten met consensus zijn: - ecosysteemdoelen voor de Noordzee: beoordelingskader voor bepalen van effecten van gebruiksfuncties en ingrepen - ecosysteembenadering voor bescherming van soorten en habitats: aanwijzen beschermde mariene gebieden	Er mogen geen lozingen plaatsvinden van gevaarlijke stoffen in zee en belangrijke soorten en habitats moeten worden beschermd. RWE zal zich hier aan houden
	Nationaal	Nota Natuur voor mensen, mensen voor natuur (2000)	- Vervangt Natuurbeleidsplan (1990), waarin de Noordzee is aangewezen als kerngebied voor EHS - Noordzee: versterking natte natuur en bevordering duurzaamheid van het gebruik van de zee - Streeft naar realisatie van de EHS	- Noordzee, Kapitteldunen en Voornes Duin aangewezen als kerngebied - Voordelta aangewezen als natuurontwikkelings-gebied
		Integraal Beleidsplan Voordelta (1993)	- Heeft status van strategische visie - Hoofddoelstelling is het veiligstellen van een natuurlijke ontwikkeling van het gebied en waarborgen van kust-veiligheid, waarbij een verdere ontwikkeling van gebruiksfuncties mogelijk wordt geacht, voor zover de natuurlijke ontwikkeling en de functies onderling dit mogelijk maken. Onderlinge afstemming van functie natuur en overige gebruiksfuncties is uitgewerkt d.m.v. zonering	Verwacht wordt dat de aanleg en de aanwezigheid van kabels weinig of geen invloed hebben op het watersysteem van de Voordelta en andere gebruiksfuncties. Ter voorkoming van schade aan kabels wordt een veiligheidszone van minimaal 500 meter toegepast

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Ecosysteemdoelen Noordzee (1999)	Kennisdocument dat moet resulteren in een strategie om balans tussen gebruik en natuur te herstellen en dient als basis voor nieuwe Nota Ruimte en Integraal Beheerplan Noordzee	Geïmplementeerd in de Nota Ruimte en IBN 2015
		Nota Ruimte (zie ruimtelijk beleid)	– Bevat nieuw planologisch beschermingsbeleid voor natuurgebieden, de zogenaamde "gebieden met bijzondere ecologische waarden", waaronder de Kustzee – In de Kustzee mogen geen windturbineparken worden aangelegd m.u.v. Near Shore Windpark	Het park zelf ligt buiten de Kustzee, wel loopt de aanlanding van de kabels door de Kustzee. Tijdens aanlanding van de kabels wordt rekening gehouden met de Kustzee als aangewezen gebied. Hiervoor zal het Stappenplan Noordzee worden doorlopen. Verwacht wordt dat de effecten voor aanleggen en weghalen van kabels marginaal zijn
		Natuurbeschermingswet 1998	Deze wet regelt de bescherming van gebieden, die als Vogelrichtlijngebied, Habitatrichtlijngebied, staats- of beschermd natuurmonument zijn aangewezen	Op grond van de gewijzigde Natuurbeschermingswet is het verplicht om voor alle projecten en activiteiten in en nabij een Vogel- en/of Habitatrichtlijngebied een vergunning aan te vragen. Eén van de AmvB's is momenteel in voorbereiding. Kapitteldunen bij Hoek van Holland zijn aangewezen als natuurmonument evenals de iets verder van de voorgenomen activiteit gelegen Solleveld en Westduinpark
		Flora- en Faunawet (2002)	Is de Nationale uitwerking van de soortbescherming onder de EU Vogel- en Habitatrichtlijn. De Wet bepaalt dat in principe elk in het wild voorkomende plant of dier en hun directe leefomgeving beschermd is	Indien in het studiegebied flora en fauna voorkomt zoals genoemd in de Flora- en Faunawet moet het afwegingskader van de Flora- en Faunawet zoals beschreven in paragraaf 3.2 worden doorlopen
		Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN2015, 2005, zie ruimtelijk beleid)	Geeft beleid ten aanzien van gebieden in de Noordzee met bijzondere ecologische waarden vastgelegd	De voorgenomen activiteit vindt plaats in de Kustzee, een aangewezen gebied (zie ook beschrijving Nota Ruimte)
		Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het continentaal plat (2005)	Geeft de resultaten van het onderzoek naar de vijf ecologisch waardevolle gebieden als input voor de Nota Ruimte en de IBN2015	Mogelijk wordt in de toekomst de Bruine Bank ook aangewezen als gebied met ecologische waarde

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
	Provinciaal / lokaal	Provinciale ecologische hoofdstructuur (PEHS, 2000)	Geeft een provinciale invulling van de Ecologische hoofdstructuur	Aangewezen gebieden van de PEHS zijn o.a. de Duinen van Hoek van Holland, zoals de Kapitteldunen en Roomse duinen, de Voordelta, Voornes Duin, duinstrook op de Maasvlakte en de (oevers) Nieuwe Waterweg. Daarnaast zijn er ook enkele geplande natuurgebieden zoals Vogelvallei Maasvlakte
		Convenant Rotterdam en Natuur- en milieuorganisaties (2000)	In het convenant zijn afspraken tussen gemeente Rotterdam en natuur- en milieuorganisaties vastgelegd	O.a. m.b.t. aanleg Tweede Maasvlakte ter voorkoming van geluidhinder, lichtvervuiling en waterverontreiniging
		Regionaal Groenstructuurplan (RGSP, 1997)	Hierin zijn de hoofdlijnen van het regionaal beleid ten aanzien van de groene ruimte vastgelegd. Het RGSP wordt momenteel herzien en zal worden meegenomen in het overkoepelende Ruimtelijk Plan Regio Rotterdam 2020 (RR2020)	Versterking recreatieve gebruiksmogelijkheden Landschapsbeleving door benutting van vergezichten op zee, duinen en slikken
Milieu en water	Internationaal	Marpol Verdrag (1972/1978)	Verbod op storten van alle afval en andere stoffen in het zeegebied. Internationale afspraken over aanwijzing "Marine Protected Areas", benoemen en aanwijzen van te beschermen bedreigde en kwetsbare soorten en habitats en formuleren "Ecological Quality Objectives" worden voorbereid. Voorzorgprincipe en beginsel "vervuiler betaalt" is verdragsrechtelijk vastgelegd	Marpol is in Nederland geïmplementeerd in Wet voorkoming verontreiniging door schepen. Eén van de vijf gebieden die zijn aangewezen als beschermd gebied is voor de voorgenomen activiteit relevant, namelijk de kustzone. Tijdens de activiteit zal RWE zich houden aan het gestelde in het verdrag en geen afval storten in zee.
		Ospar Verdrag (1992)	Voorkomen van verontreinigingen van de zee door o.a. schepen	Geïmplementeerd in de Wet voorkoming verontreiniging door schepen (1986). Omdat windturbineparken op zee een potentieel gevaar vormen voor scheepvaart en dit tot een verhoogd risico op een scheepsramp kan leiden als gevolg van een aanvaring, is scheepvaart nabij de turbines verboden. Door goed onderhoud van de turbines zal verontreiniging als gevolg van lekkage van de in windturbines toegepaste

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
				smeeroliën zoveel mogelijk worden voorkomen
		Kaderrichtlijn water (2000)	Heeft mede tot doel een bijdrage te leveren aan de bescherming van de territoriale en mariene wateren	– In Nederland geïmplementeerd in stroomgebied-beheerplannen – De richtlijn draagt ook bij aan het bereiken van de doelstellingen van andere relevante internationale overeenkomsten zoals het Marpol en het Ospar-verdrag
	Nationaal	Wet voorkoming verontreiniging door schepen (1986)	Bevat regels voor het voorkomen en beperken van operationele lozingen van schadelijke stoffen in zee vanaf schepen. Vertaling van de internationale afspraken Marpol- en Ospar	Vaartuigen die betrokken zijn bij de aanleg het onderhoud, de inspectie en het ruimen van de windturbines moeten handelen conform de bepalingen uit deze wet en de schadelijke stoffen en afvalstoffen die hierbij ontstaan op correcte wijze aan de wal moeten afgeven aan verwerkers of aan een havenontvangstinstallatie.
		Nota Bestrijding milieubedreigende stoffen Noordzee 2000-2010 (2000)	Dit beleid richt zich in de periode 2000-2010 op de bestrijding van: – grootschalige, complexe en langdurige incidenten door milieubedreigende stoffen – veel voorkomende kleinere verontreinigingen door milieubedreigende stoffen	RWE zal zorgdragen dat verontreiniging door milieu-bedreigende stoffen, minimaal is
		Vierde Nota Waterhuishouding (1999)	Bevat Noordzeebeleid: duurzame ontwikkeling door afstemming van de verschillende gebruiksfuncties	Bij de aanlanding van de kabel zal worden gezorgd dat de veiligheid gewaarborgd blijft
		Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (1969)	De Wet verontreiniging oppervlaktewateren beoogt de vervuiling van oppervlaktewateren tegen te gaan en te voorkomen	Specifiek voor de kustwateren (wateren en zeebodem die liggen binnen de 1-mijlszone) worden ecologische milieukwaliteitdoelstellingen van kracht, die moeten door werken in o.a. het Wvo-vergunningenbeleid
	Provinciaal	Milieuverordeningen		Van belang zijn de milieubeschermingsgebieden (toelaatbaarheid bepaalde installaties) en stiltegebieden (streefwaarde 40 dB(A)

beleidsveld	(bestuurs-) niveau	nota's, verdragen, wetgeving, etc.	inhoud op hoofdlijnen	relevantie
		Beleidsplannen Milieu en water		Provinciaal beleid voor milieu en water

BIJLAGE 3 VOORGENOMEN ACTIVITEIT, ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN

INHOUD

3.1 Coördinaten 1.1

3.2 Toetsing kabels windturbinepark RWE Tromp Binnen 2.1

3.3 Beschrijving kabel tracés 3.1

3.1 COÖRDINATEN

In deze bijlage worden in tabellen de coördinaten gegeven voor:

1. Hoekpunten Tromp Binnen
2. Knikpunten in de kabelroutes van Tromp Binnen naar het aanlandingspunt
3. Turbines per variant
4. Transformator stations
5. Interne bekabeling
6. Met-masten

De coördinaten zijn bepaald in ED50 met de projectie UTM zone 31 (centrale meridiaan 3° oost). Deze geprojecteerde coördinaten zijn vervolgens omgerekend naar latitude en longitude in WGS'84 original. Voor de conversie naar WGS'84 original zijn de UKOOA approved transformatie parameters gebruikt.

Inhoudsopgave

Bijlage coördinaten 1
Inhoudsopgave 2
Hoekpunten Tromp Binnen 3
Knikpunten kabelroutes 4
Tromp Voorkeursroute 5
Tromp Alternatief 1 6
Tromp Alternatief 2 8
Tromp interne kabel variant A 9
Tromp interne kabel variant B 9
Tromp interne kabel variant C 9
Tromp interne kabel variant D 9
Coördinaten turbines 10
Variant A 11
Variant B 13
Variant C 16
Variant D 18
Coördinaten transformator stations 20
Interne bekabeling 21
Met-masten 22

Hoekpunten Tromp Binnen:

Hoekpunt	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
A	541076.31	5850925.97	52.8046694	N	3.6079583	E
B	541402.34	5850750.83	52.8030703	N	3.6127722	E
C	541771.51	5850724.86	52.8028083	N	3.6182447	E
D	542118.84	5850852.64	52.8039300	N	3.6234128	E
E	542383.18	5851111.66	52.8062378	N	3.6273672	E
F	543226.32	5850553.99	52.8011581	N	3.6398003	E
G	541484.42	5848228.99	52.7803947	N	3.6136706	E
H	533731.89	5853359.33	52.8270519	N	3.4992672	E
I	528926.52	5856534.12	52.8558697	N	3.4282311	E
J	528803.56	5858957.71	52.8776628	N	3.4266186	E
K	528842.72	5859010.07	52.8781314	N	3.4272053	E
L	535006.52	5854936.14	52.8411453	N	3.5183528	E

Op de afbeelding hiernaast zijn de hoekpunten van Tromp Binnen te zien. De grens van Tromp Binnen volgt tussen de hoekpunten A tot en met E een deel van een cirkel. Omdat een cirkel niet in hoekpunten is uit te drukken zijn, om de vorm zo goed mogelijk te benaderen, de punten B, C en D gegeven. Tussen deze punten zit steeds een kwart van de afstand tussen A en E.

Knikpunten kabelroutes

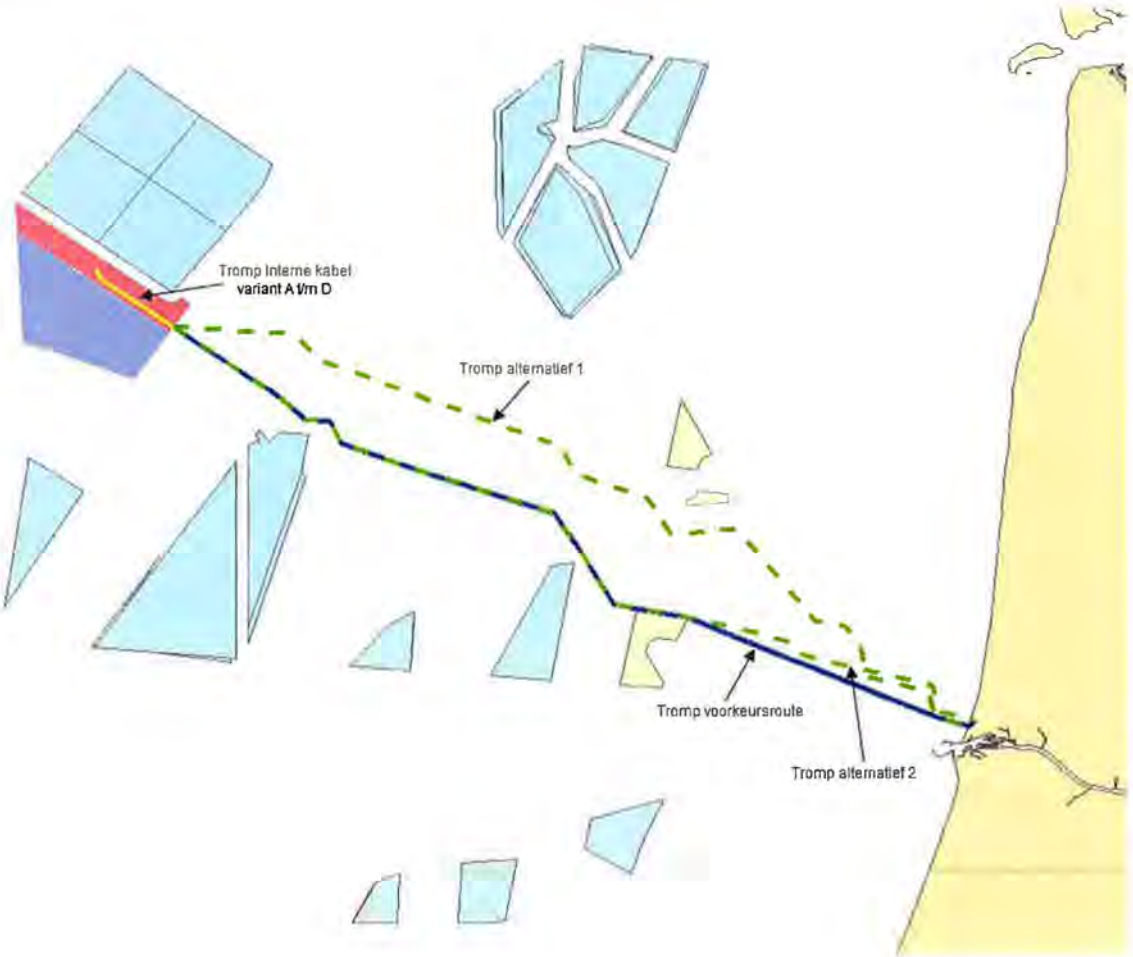
Op de volgende pagina's zijn de lijsten met coördinaten van de knikpunten in de kabelroutes van Tromp Binnen naar de Nederlandse kust gegeven. Per kabelroute is de tabel steeds over 2 pagina's verdeeld. In de tabellen zijn de volgende kolommen gebruikt:

- Nummer refereert aan de nummers zoals die gebruikt zijn in de overzichtskaart
- Easting en Northing geven de posities van het knikpunt in meters in ED50, UTM zone 31
- Latitude en Longitude geven de posities van het knikpunt in graden ten opzichte van WGS'84 original
- Beschrijving geeft verdere informatie over het knikpunt, meestal is dit bij kruisingen met kabels en leidingen waar dan de naam van de kabel of pijpleiding wordt gegeven.

In totaal zijn er 7 routes bepaald:

1. Tromp voorkeursroute
2. Tromp Alternatief 1
3. Tromp Alternatief 2
4. Tromp interne kabel variant A
5. Tromp interne kabel variant B
6. Tromp interne kabel variant C
7. Tromp interne kabel variant D

In de afbeelding hieronder zijn die routes grafisch weergegeven. In de afbeelding zijn naast de routes ook de bekende initiatieven voor windturbineparken op zee aangegeven. Het tracé dat de diverse routes volgen is bepaald aan de hand van de richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute.



Tromp Voorkeursroute

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
1	541805	5848657	52.7842214	N	3.6184839	E	Startpunt Tromp Binnen
2	548929	5844000	52.7417544	N	3.7234061	E	
3	549766	5843452	52.7367592	N	3.7357200	E	Crossing P12-SW to P6-A pijpleiding
4	550603	5842905	52.7317622	N	3.7480311	E	
5	551226	5842356	52.7267667	N	3.7571619	E	
6	551989	5841683	52.7206414	N	3.7683531	E	Crossing P6-D to P6-B pijpleiding
7	552750	5841010	52.7145244	N	3.7795236	E	
8	553760	5840937	52.7137644	N	3.7944506	E	Crossing P6-S to P6-B pijpleiding
9	554772	5840863	52.7130003	N	3.8094194	E	
10	555143	5840086	52.7059764	N	3.8147811	E	Crossing UK - NL 14 Telecom Kabel
11	555640	5839044	52.6965586	N	3.8219672	E	
12	558189	5838156	52.6883094	N	3.8595253	E	
13	559025	5837865	52.6856033	N	3.8718303	E	Crossing ABANDONED UK - NL 10 Telecom Kabel
14	559149	5837821	52.6852000	N	3.8736636	E	Crossing Q1-Helder to P9-Horizon pijpleiding
15	560109	5837487	52.6820892	N	3.8877997	E	
16	562729	5836574	52.6735881	N	3.9263808	E	
17	573119	5833331	52.6431347	N	4.0792989	E	
18	573780	5832387	52.6345614	N	4.0888542	E	Crossing Pangea Segment 2 Telecom Kabel
19	574163	5831840	52.6295925	N	4.0943900	E	Crossing Rembrandt 1 Telecom Kabel
20	574967	5830693	52.6191697	N	4.1059972	E	Crossing ABANDONED Rioja 3 Telecom Kabel
21	575591	5829801	52.6110650	N	4.1150186	E	Crossing Atlantic Crossing 1 Segment B1 Telecom Kabel
22	577996	5825837	52.5751044	N	4.1495867	E	
23	578980	5825658	52.5733456	N	4.1640661	E	Crossing TAT14 Segment J Telecom Kabel
24	579913	5825487	52.5716767	N	4.1777897	E	
25	584104	5824721	52.5641606	N	4.2394203	E	
26	591866	5821617	52.5350103	N	4.3530378	E	Grens zandwingebied Q8F
27	594236	5820669	52.5260867	N	4.3877039	E	Grens zandwingebied Q8F
28	598934	5818791	52.5083722	N	4.4563644	E	
29	599959	5818381	52.5045006	N	4.4713425	E	Crossing Q1-Helm-AP to IJmuiden pijpleiding
30	600960	5817980	52.5007181	N	4.4859661	E	
31	604511	5816560	52.4872875	N	4.5378156	E	
32	607153	5815807	52.4800033	N	4.5764703	E	
33	607692	5816402	52.4852472	N	4.5845947	E	Aanlanding IJmuiden

Tromp Alternatief 1

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
34	541805	5848657	52.7842214	N	3.6184839	E	Startpunt Tromp Binnen
35	549051	5848184	52.7793589	N	3.7258353	E	
36	550140	5848113	52.7786194	N	3.7419717	E	Crossing P2-NE to P6-A pijpleiding
37	551148	5848047	52.7779333	N	3.7569017	E	
38	551743	5847706	52.7748136	N	3.7656681	E	Crossing P6-A to L10-A pijpleiding
39	552641	5847220	52.7703583	N	3.7788989	E	
40	553492	5846483	52.7636436	N	3.7913908	E	Crossing Q4-A to P6-A pijpleiding
41	554338	5845759	52.7570556	N	3.8037997	E	
42	561126	5843305	52.7342694	N	3.9039219	E	
43	562080	5842960	52.7310597	N	3.9179867	E	Crossing P9-Horizon-A to Q1-Helder-AW pijpleiding
44	563034	5842615	52.7278489	N	3.9320472	E	
45	573895	5838688	52.6911831	N	4.0919569	E	
46	574350	5837627	52.6815844	N	4.0984581	E	Crossing UK - NL 14 Telecom Kabel
47	574806	5836566	52.6719853	N	4.1049564	E	
48	575267	5836409	52.6705094	N	4.1117314	E	Crossing ABANDONED UK - NL 10 Telecom Kabel
49	580838	5834509	52.6526275	N	4.1936369	E	
50	581404	5833672	52.6450236	N	4.2018008	E	Crossing TAT14 Segment J Telecom Kabel
51	581773	5833127	52.6400694	N	4.2071181	E	Crossing Pangea Segment 2 Telecom Kabel
52	582155	5832563	52.6349400	N	4.2126219	E	Crossing Rembrandt 1 Telecom Kabel
53	582852	5831534	52.6255839	N	4.2226567	E	
54	586364	5831886	52.6282025	N	4.2746186	E	
55	587444	5831936	52.6284817	N	4.2905853	E	Crossing Rembrandt 1 Telecom Kabel
56	588264	5831951	52.6284819	N	4.3026997	E	Crossing ABANDONED Rioja 3 Telecom Kabel
57	590099	5829827	52.6090900	N	4.3292225	E	
58	594728	5824371	52.5592669	N	4.3960053	E	
59	596934	5824048	52.5559817	N	4.4284406	E	
60	597406	5823656	52.5523725	N	4.4352844	E	Crossing Atlantic Crossing 1 Segment B1 Telecom Kabel
61	598209	5822766	52.5442314	N	4.4468669	E	Crossing Rembrandt 1 Telecom Kabel
62	598632	5820958	52.5279056	N	4.4525675	E	Crossing Q7-WP-Noord Electra Kabel
63	598763	5820399	52.5228564	N	4.4543294	E	Crossing Q7-WP-Zuid Electra Kabel
64	598891	5819852	52.5179203	N	4.4560519	E	
65	599904	5819602	52.5154844	N	4.4709058	E	Crossing Q1-Helm-AP to IJmuiden pijpleiding
66	600928	5819349	52.5130219	N	4.4859103	E	

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
67	603810	5818636	52.5060792	N	4.5281414	E	
68	604511	5816560	52.4872875	N	4.5378156	E	
69	607153	5815807	52.4800033	N	4.5764703	E	
70	607692	5816402	52.4852472	N	4.5845947	E	Aanlanding IJmuiden

Tromp Alternatief 2

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
71	541805	5848657	52.7842214	N	3.6184839	E	Startpunt Tromp Binnen
72	548929	5844000	52.7417544	N	3.7234061	E	
73	549766	5843452	52.7367592	N	3.7357200	E	Crossing P12-SW to P6-A pijpleiding
74	550603	5842905	52.7317622	N	3.7480311	E	
75	551226	5842356	52.7267667	N	3.7571619	E	
76	551989	5841683	52.7206414	N	3.7683531	E	Crossing P6-D to P6-B pijpleiding
77	552750	5841010	52.7145244	N	3.7795236	E	
78	553760	5840937	52.7137644	N	3.7944506	E	Crossing P6-S to P6-B pijpleiding
79	554772	5840863	52.7130003	N	3.8094194	E	
80	555143	5840086	52.7059764	N	3.8147811	E	Crossing UK - NL 14 Telecom Kabel
81	555640	5839044	52.6965586	N	3.8219672	E	
82	558189	5838156	52.6883094	N	3.8595253	E	
83	559025	5837865	52.6856033	N	3.8718303	E	Crossing ABANDONED UK - NL 10 Telecom Kabel
84	559149	5837821	52.6852000	N	3.8736636	E	Crossing Q1-Helder to P9-Horizon pijpleiding
85	560109	5837487	52.6820892	N	3.8877997	E	
86	562729	5836574	52.6735881	N	3.9263808	E	
87	573119	5833331	52.6431347	N	4.0792989	E	
88	573780	5832387	52.6345614	N	4.0888542	E	Crossing Pangea Segment 2 Telecom Kabel
89	574163	5831840	52.6295925	N	4.0943900	E	Crossing Rembrandt 1 Telecom Kabel
90	574967	5830693	52.6191697	N	4.1059972	E	Crossing ABANDONED Rioja 3 Telecom Kabel
91	575591	5829801	52.6110650	N	4.1150186	E	Crossing Atlantic Crossing 1 Segment B1 Telecom Kabel
92	577996	5825837	52.5751044	N	4.1495867	E	
93	578980	5825658	52.5733456	N	4.1640661	E	Crossing TAT14 Segment J Telecom Kabel
94	579913	5825487	52.5716767	N	4.1777897	E	
95	584104	5824721	52.5641606	N	4.2394203	E	
96	592387	5822807	52.5456150	N	4.3610550	E	
97	593343	5821739	52.5358503	N	4.3748511	E	
98	594641	5821418	52.5327442	N	4.3938844	E	
99	598883	5820369	52.5225678	N	4.4560906	E	
100	599891	5820120	52.5201458	N	4.4708628	E	Crossing Q1-Helm-AP to IJmuiden pijpleiding
101	600901	5819871	52.5177161	N	4.4856678	E	
102	604196	5819056	52.5097769	N	4.5339583	E	
103	604901	5816969	52.4908864	N	4.5436814	E	
104	607245	5816300	52.4844186	N	4.5779831	E	
105	607692	5816402	52.4852472	N	4.5845947	E	Aanlanding IJmuiden

Tromp interne kabel variant A

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
156	535247	5853568	52.8288308	N	3.5217753	E	Transformator station variant A
157	535748	5852659	52.8206311	N	3.5291083	E	
158	541805	5848657	52.7842214	N	3.6184839	E	Grens Tromp Binnen

Tromp interne kabel variant B

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
159	535469	5853421	52.8274950	N	3.5250542	E	Transformator station variant B
160	535667	5852832	52.8221878	N	3.5279283	E	
161	535975	5852507	52.8192481	N	3.5324619	E	
162	541805	5848657	52.7842214	N	3.6184839	E	Grens Tromp Binnen

Tromp interne kabel variant C

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
163	535261	5853554	52.8287042	N	3.5219817	E	Transformator station variant C
164	535842	5852604	52.8201264	N	3.5304967	E	
165	541805	5848657	52.7842214	N	3.6184839	E	Grens Tromp Binnen

Tromp interne kabel variant D

Nr	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	Latitude (°) WGS84		Longitude (°) WGS84		Beschrijving
166	535157	5853626	52.8293583	N	3.5204458	E	Transformator station variant D
167	535581	5852780	52.8217236	N	3.5266492	E	
168	541805	5848657	52.7842214	N	3.6184839	E	Grens Tromp Binnen

Coördinaten turbines

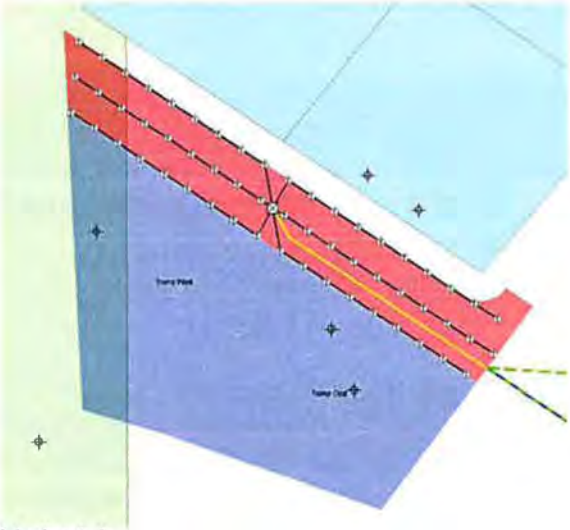
Op de volgende pagina's zijn de lijsten met coördinaten van de windturbines in Tromp Binnen gegeven. In de tabellen zijn de volgende kolommen gebruikt:

- Turbine nummer
- Easting en Northing geven de positie van de turbine in meters in ED50, UTM zone 31
- Latitude en Longitude geven de positie van de turbine in graden ten opzichte van WGS'84 original

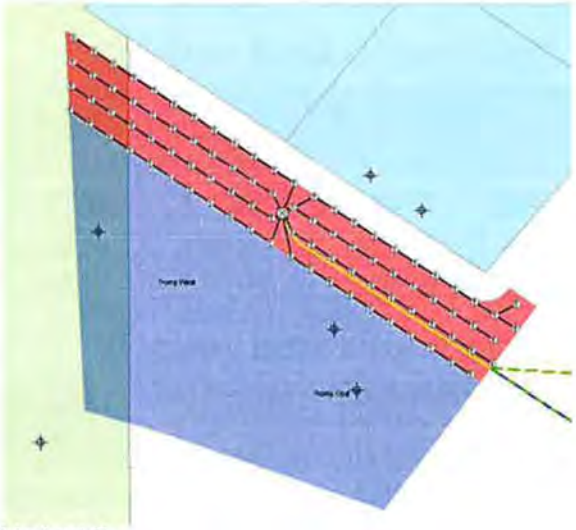
In totaal zijn er 4 varianten bepaald:

1. Variant A (alternatief 3)
2. Variant B (alternatief 1)
3. Variant C (alternatief 2)
4. Variant D (voorgenomen activiteit)

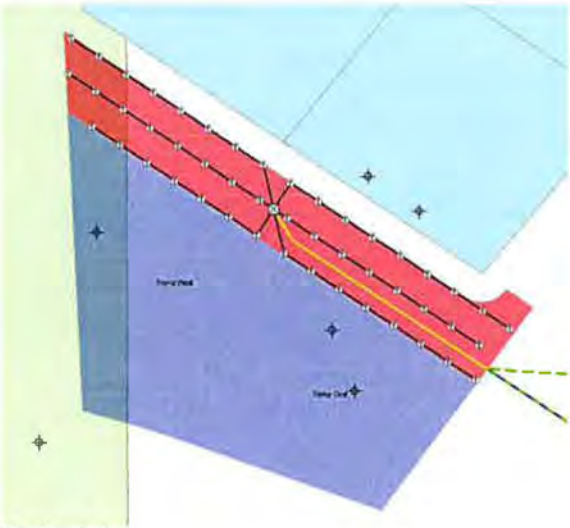
In de afbeeldingen hieronder zijn de verschillende opstellingen te zien.



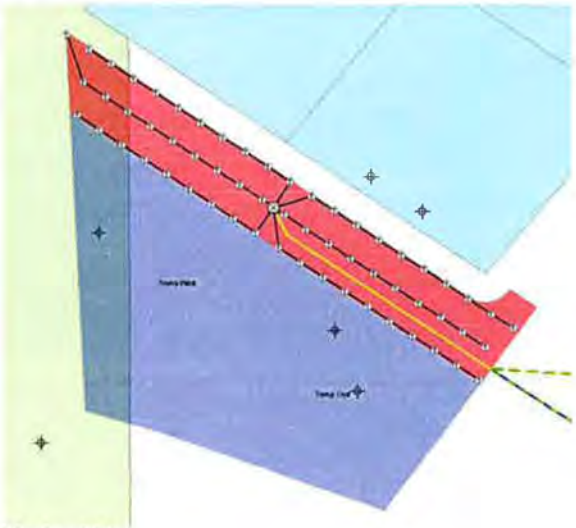
Variant A



Variant B



Variant C



Variant D

Variant A

Siemens SWT-3.6-107

s1: 8.00 x 107 m
s2: 8.93 x 107 m
dichtheid: 6.10 MW/km2

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
1	529299	5858654	52.8749061	N	3.4339528	E
2	530013	5858182	52.8706239	N	3.4445178	E
3	530727	5857710	52.8663406	N	3.4550803	E
4	531441	5857238	52.8620567	N	3.4656411	E
5	532155	5856766	52.8577717	N	3.4761994	E
6	532869	5856295	52.8534947	N	3.4867561	E
7	533584	5855823	52.8492078	N	3.4973253	E
8	534298	5855351	52.8449200	N	3.5078775	E
9	535012	5854879	52.8406311	N	3.5184278	E
10	535726	5854407	52.8363414	N	3.5289758	E
11	536440	5853935	52.8320508	N	3.5395219	E
12	537154	5853463	52.8277594	N	3.5500661	E
13	537869	5852991	52.8234667	N	3.5606228	E
14	538583	5852519	52.8191733	N	3.5711625	E
15	539297	5852047	52.8148789	N	3.5817003	E
16	540011	5851575	52.8105836	N	3.5922358	E
17	540725	5851103	52.8062875	N	3.6027694	E
18	541439	5850631	52.8019903	N	3.6133008	E
19	542153	5850160	52.7977011	N	3.6238303	E
20	529177	5857580	52.8652581	N	3.4320444	E
21	529891	5857108	52.8609761	N	3.4426069	E
22	530605	5856636	52.8566931	N	3.4531675	E
23	531319	5856164	52.8524092	N	3.4637261	E
24	532033	5855692	52.8481244	N	3.4742825	E
25	532747	5855220	52.8438386	N	3.4848367	E
26	533461	5854748	52.8395519	N	3.4953889	E
27	534176	5854276	52.8352642	N	3.5059539	E
28	534890	5853804	52.8309756	N	3.5165019	E
29	535604	5853332	52.8266861	N	3.5270481	E
30	536318	5852860	52.8223956	N	3.5375919	E
31	537032	5852388	52.8181042	N	3.5481336	E
32	537746	5851916	52.8138119	N	3.5586736	E
33	538461	5851445	52.8095275	N	3.5692261	E
34	539175	5850973	52.8052333	N	3.5797617	E
35	539889	5850501	52.8009383	N	3.5902953	E
36	540603	5850029	52.7966422	N	3.6008267	E

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84	Longitude (graden) WGS84
37	541317	5849557	52.7923453 N	3.6113558 E
38	542031	5849085	52.7880475 N	3.6218833 E
39	529054	5856505	52.8556011 N	3.4301217 E
40	529769	5856033	52.8513192 N	3.4406969 E
41	530483	5855561	52.8470364 N	3.4512556 E
42	531197	5855089	52.8427528 N	3.4618119 E
43	531911	5854617	52.8384681 N	3.4723661 E
44	532625	5854145	52.8341825 N	3.4829183 E
45	533339	5853673	52.8298958 N	3.4934683 E
46	534054	5853201	52.8256083 N	3.5040311 E
47	534768	5852730	52.8213289 N	3.5145772 E
48	535482	5852258	52.8170397 N	3.5251211 E
49	536196	5851786	52.8127494 N	3.5356628 E
50	536910	5851314	52.8084581 N	3.5462025 E
51	537624	5850842	52.8041661 N	3.5567400 E
52	538338	5850370	52.7998731 N	3.5672756 E
53	539053	5849898	52.7955789 N	3.5778239 E
54	539767	5849426	52.7912839 N	3.5883553 E
55	540481	5848954	52.7869881 N	3.5988844 E
56	541195	5848482	52.7826911 N	3.6094117 E

Variant B

Siemens SWT-3.6-107
s1: 6.87 x 107 m
s2: 5.95 x 107 m
dichtheid: 9.69 MW/km2

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
1	529096	5858788	52.8761217	N	3.4309489	E
2	529709	5858383	52.8724475	N	3.4400197	E
3	530323	5857978	52.8687728	N	3.4491042	E
4	530936	5857572	52.8650883	N	3.4581719	E
5	531549	5857167	52.8614119	N	3.4672383	E
6	532163	5856762	52.8577353	N	3.4763181	E
7	532776	5856356	52.8540486	N	3.4853811	E
8	533389	5855951	52.8503706	N	3.4944431	E
9	534003	5855546	52.8466914	N	3.5035181	E
10	534616	5855140	52.8430028	N	3.5125767	E
11	535229	5854735	52.8393225	N	3.5216339	E
12	535843	5854330	52.8356417	N	3.5307042	E
13	536456	5853925	52.8319600	N	3.5397583	E
14	537069	5853519	52.8282686	N	3.5488108	E
15	537682	5853114	52.8245856	N	3.5578619	E
16	538296	5852709	52.8209017	N	3.5669261	E
17	538909	5852303	52.8172083	N	3.5759742	E
18	539522	5851898	52.8135231	N	3.5850206	E
19	540136	5851493	52.8098372	N	3.5940803	E
20	540749	5851088	52.8061508	N	3.6031236	E
21	541362	5850682	52.8024547	N	3.6121653	E
22	541976	5850277	52.7987667	N	3.6212203	E
23	542589	5849872	52.7950781	N	3.6302592	E
24	529052	5858047	52.8694628	N	3.4302292	E
25	529665	5857642	52.8657889	N	3.4392989	E
26	530278	5857237	52.8621142	N	3.4483669	E
27	530892	5856831	52.8584297	N	3.4574483	E
28	531505	5856426	52.8547536	N	3.4665133	E
29	532118	5856021	52.8510767	N	3.4755769	E
30	532732	5855616	52.8473992	N	3.4846536	E
31	533345	5855210	52.8437122	N	3.4937142	E
32	533958	5854805	52.8400333	N	3.5027731	E
33	534572	5854400	52.8363536	N	3.5118453	E
34	535185	5853994	52.8326644	N	3.5209008	E
35	535798	5853589	52.8289836	N	3.5299553	E
36	536412	5853184	52.8253019	N	3.5390228	E

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
37	537025	5852779	52.8216194	N	3.5480742	E
38	537638	5852373	52.8179275	N	3.5571236	E
39	538251	5851968	52.8142439	N	3.5661719	E
40	538865	5851563	52.8105594	N	3.5752333	E
41	539478	5851157	52.8068653	N	3.5842783	E
42	540091	5850752	52.8031797	N	3.5933219	E
43	540705	5850347	52.7994931	N	3.6023789	E
44	541318	5849941	52.7957969	N	3.6114192	E
45	541931	5849536	52.7921092	N	3.6204581	E
46	529007	5857307	52.8628131	N	3.4294950	E
47	529621	5856901	52.8591303	N	3.4385781	E
48	530234	5856496	52.8554556	N	3.4476447	E
49	530847	5856091	52.8517803	N	3.4567100	E
50	531461	5855685	52.8480950	N	3.4657886	E
51	532074	5855280	52.8444183	N	3.4748508	E
52	532687	5854875	52.8407408	N	3.4839114	E
53	533301	5854469	52.8370539	N	3.4929853	E
54	533914	5854064	52.8333750	N	3.5020431	E
55	534527	5853659	52.8296956	N	3.5110989	E
56	535141	5853254	52.8260153	N	3.5201683	E
57	535754	5852848	52.8223253	N	3.5292214	E
58	536367	5852443	52.8186439	N	3.5382728	E
59	536981	5852038	52.8149614	N	3.5473375	E
60	537594	5851632	52.8112697	N	3.5563858	E
61	538207	5851227	52.8075861	N	3.5654325	E
62	538820	5850822	52.8039017	N	3.5744781	E
63	539434	5850417	52.8002167	N	3.5835367	E
64	540047	5850011	52.7965219	N	3.5925786	E
65	540660	5849606	52.7928356	N	3.6016194	E
66	541274	5849201	52.7891483	N	3.6106736	E
67	541887	5848795	52.7854517	N	3.6197111	E
68	528963	5856566	52.8561544	N	3.4287758	E
69	529576	5856160	52.8524714	N	3.4378425	E
70	530190	5855755	52.8487969	N	3.4469231	E
71	530803	5855350	52.8451217	N	3.4559869	E
72	531416	5854945	52.8414456	N	3.4650494	E
73	532030	5854539	52.8377600	N	3.4741250	E
74	532643	5854134	52.8340825	N	3.4831844	E
75	533256	5853729	52.8304044	N	3.4922422	E
76	533870	5853323	52.8267167	N	3.5013131	E
77	534483	5852918	52.8230372	N	3.5103678	E
78	535096	5852513	52.8193572	N	3.5194211	E
79	535710	5852107	52.8156672	N	3.5284875	E

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84	Longitude (graden) WGS84
80	536323	5851702	52.8119858 N	3.5375378 E
81	536936	5851297	52.8083036 N	3.5465864 E
82	537550	5850892	52.8046206 N	3.5556481 E
83	538163	5850486	52.8009281 N	3.5646936 E
84	538776	5850081	52.7972439 N	3.5737375 E
85	539389	5849676	52.7935589 N	3.5827800 E
86	540003	5849270	52.7898642 N	3.5918358 E
87	540616	5848865	52.7861778 N	3.6008753 E
88	541229	5848460	52.7824908 N	3.6099131 E
89	542633	5850612	52.8017267 N	3.6310078 E

Variant C

REPower 5M

s1: 8.00 x 126 m
s2: 7.50 x 126 m
dichtheid: 7.26 MW/km2

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
1	529054	5858789	52.8761328	N	3.4303247	E
2	529895	5858233	52.8710889	N	3.4427694	E
3	530736	5857677	52.8660436	N	3.4552111	E
4	531577	5857122	52.8610058	N	3.4676497	E
5	532418	5856566	52.8559581	N	3.4800856	E
6	533259	5856010	52.8509089	N	3.4925186	E
7	534100	5855454	52.8458583	N	3.5049486	E
8	534941	5854899	52.8408156	N	3.5173758	E
9	535782	5854343	52.8357625	N	3.5298003	E
10	536623	5853787	52.8307081	N	3.5422217	E
11	537464	5853231	52.8256525	N	3.5546400	E
12	538305	5852676	52.8206044	N	3.5670558	E
13	539146	5852120	52.8155461	N	3.5794686	E
14	539987	5851564	52.8104867	N	3.5918783	E
15	540828	5851009	52.8054347	N	3.6042856	E
16	541669	5850453	52.8003725	N	3.6166897	E
17	542510	5849897	52.7953092	N	3.6290908	E
18	528954	5857722	52.8665467	N	3.4287444	E
19	529795	5857167	52.8615117	N	3.4411864	E
20	530636	5856611	52.8564667	N	3.4536256	E
21	531477	5856055	52.8514203	N	3.4660617	E
22	532318	5855500	52.8463814	N	3.4784953	E
23	533159	5854944	52.8413325	N	3.4909256	E
24	534000	5854388	52.8362822	N	3.5033531	E
25	534841	5853832	52.8312306	N	3.5157778	E
26	535681	5853277	52.8261867	N	3.5281847	E
27	536522	5852721	52.8211325	N	3.5406036	E
28	537363	5852165	52.8160769	N	3.5530197	E
29	538204	5851609	52.8110200	N	3.5654328	E
30	539045	5851054	52.8059708	N	3.5778431	E
31	539886	5850498	52.8009117	N	3.5902503	E
32	540727	5849942	52.7958508	N	3.6026547	E
33	541568	5849387	52.7907978	N	3.6150564	E
34	529694	5856100	52.8519256	N	3.4395894	E
35	530535	5855545	52.8468897	N	3.4520261	E
36	531376	5854989	52.8418433	N	3.4644597	E

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
37	532217	5854433	52.8367958	N	3.4768906	E
38	533058	5853878	52.8317561	N	3.4893183	E
39	533899	5853322	52.8267058	N	3.5017433	E
40	534740	5852766	52.8216544	N	3.5141656	E
41	535581	5852210	52.8166017	N	3.5265847	E
42	536422	5851655	52.8115567	N	3.5390011	E
43	537263	5851099	52.8065011	N	3.5514147	E
44	538104	5850543	52.8014447	N	3.5638253	E
45	538945	5849987	52.7963867	N	3.5762328	E
46	539786	5849432	52.7913364	N	3.5886378	E
47	540627	5848876	52.7862758	N	3.6010397	E
48	541468	5848320	52.7812142	N	3.6134386	E

Variant D

REPower 5M

s1: 6.50 x 126 m
s2: 7.50 x 126 m
dichtheid: 8.92 MW/km2

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
1	528845	5858930	52.8774114	N	3.4272319	E
2	529529	5858478	52.8733114	N	3.4373542	E
3	530212	5858027	52.8692194	N	3.4474597	E
4	530895	5857575	52.8651175	N	3.4575631	E
5	531579	5857124	52.8610239	N	3.4676797	E
6	532262	5856672	52.8569203	N	3.4777794	E
7	532945	5856221	52.8528247	N	3.4878772	E
8	533628	5855769	52.8487194	N	3.4979731	E
9	534312	5855318	52.8446225	N	3.5080819	E
10	534995	5854866	52.8405153	N	3.5181742	E
11	535678	5854415	52.8364167	N	3.5282644	E
12	536362	5853963	52.8323078	N	3.5383675	E
13	537045	5853512	52.8282072	N	3.5484539	E
14	537728	5853060	52.8240969	N	3.5585383	E
15	538411	5852609	52.8199947	N	3.5686208	E
16	539095	5852157	52.8158825	N	3.5787164	E
17	539778	5851706	52.8117786	N	3.5887953	E
18	540461	5851254	52.8076647	N	3.5988719	E
19	541145	5850802	52.8035500	N	3.6089617	E
20	541828	5850351	52.7994433	N	3.6190347	E
21	542511	5849899	52.7953269	N	3.6291058	E
22	529349	5857464	52.8642061	N	3.4345889	E
23	530033	5857013	52.8601142	N	3.4447072	E
24	530716	5856561	52.8560125	N	3.4548089	E
25	531399	5856110	52.8519192	N	3.4649089	E
26	532082	5855658	52.8478158	N	3.4750067	E
27	532766	5855207	52.8437206	N	3.4851175	E
28	533449	5854755	52.8396156	N	3.4952117	E
29	534132	5854304	52.8355186	N	3.5053039	E
30	534816	5853852	52.8314119	N	3.5154089	E
31	535499	5853401	52.8273133	N	3.5254972	E
32	536182	5852949	52.8232047	N	3.5355836	E
33	536865	5852497	52.8190956	N	3.5456681	E
34	537549	5852046	52.8149942	N	3.5557656	E
35	538232	5851594	52.8108833	N	3.5658464	E
36	538915	5851143	52.8067803	N	3.5759253	E

Turbine nummer	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
37	539599	5850691	52.8026675	N	3.5860169	E
38	540282	5850240	52.7985631	N	3.5960919	E
39	540965	5849788	52.7944486	N	3.6061650	E
40	541649	5849337	52.7903422	N	3.6162511	E
41	529170	5856450	52.8551006	N	3.4318394	E
42	529853	5855999	52.8510089	N	3.4419414	E
43	530537	5855547	52.8469075	N	3.4520558	E
44	531220	5855095	52.8428053	N	3.4621539	E
45	531903	5854644	52.8387114	N	3.4722500	E
46	532586	5854192	52.8346072	N	3.4823439	E
47	533270	5853741	52.8305114	N	3.4924511	E
48	533953	5853289	52.8264058	N	3.5025414	E
49	534636	5852838	52.8223083	N	3.5126300	E
50	535320	5852386	52.8182008	N	3.5227311	E
51	536003	5851935	52.8141017	N	3.5328158	E
52	536686	5851483	52.8099925	N	3.5428986	E
53	537369	5851032	52.8058917	N	3.5529794	E
54	538053	5850580	52.8017808	N	3.5630731	E
55	538736	5850129	52.7976781	N	3.5731500	E
56	539419	5849677	52.7935656	N	3.5832250	E
57	540103	5849226	52.7894611	N	3.5933133	E
58	540786	5848774	52.7853469	N	3.6033844	E
59	541469	5848323	52.7812411	N	3.6134539	E

Coördinaten transformator stations

In de onderstaande tabel zijn de coördinaten van de transformator stations in Tromp Binnen gegeven. In de tabel zijn de volgende kolommen gebruikt:

- Transformator station
- Easting en Northing geven de positie van het transformator station in meters in ED50, UTM zone 31
- Latitude en Longitude geven de positie van het transformator station in graden ten opzichte van WGS'84 original

Transformator station	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
Variant A	535247	5853568	52.8288308	N	3.5217753	E
Variant B	535469	5853421	52.8274950	N	3.5250542	E
Variant C	535261	5853554	52.8287042	N	3.5219817	E
Variant D	535157	5853626	52.8293583	N	3.5204458	E

Interne bekabeling

Positie en exacte verbindingen van de interne kabels: zie Bijlage 4.1

Met-masten

In de onderstaande tabel zijn de coördinaten van de met-masten in Tromp Binnen gegeven. In de tabel zijn de volgende kolommen gebruikt:

- Met-mast
- Easting en Northing geven de positie van het transformator station in meters in ED50, UTM zone 31
- Latitude en Longitude geven de positie van het transformator station in graden ten opzichte van WGS'84 original

Met-mast	Easting (meters) ED50 UTM zone 31	Northing (meters) ED50 UTM zone 31	Latitude (graden) WGS84		Longitude (graden) WGS84	
Oost	542948	5850377	52.7995893	N	3.6356492	E
West	529269	5856363	52.8543131	N	3.4333019	E

3.2 TOETSING KABELS WINDTURBINEPARK RWE TROMP BINNEN

Toetsing kabels windturbinepark

RWE Tromp Binnen

Toetsingsdatum: 22 december 2008
(revisie nav e-mail Bart Oberink 19-12-2008)

Rijkswaterstaat Noordzee

Windturbinepark : Tromp Binnen
Initiator : RWE
Toetsingsdatum : 22 december 2008

1. Inleiding

Voorafgaand aan het indienen van de aanvraag voor een windturbinepark door een initiatiefnemer bij Rijkswaterstaat Noordzee worden de plannen aan de hand van in dit document beschreven criteria getoetst door de afdeling WSV. Doel is het controleren van de ligging van het windturbinepark en het voorgestelde kabeltracé ten opzichten van de bestaande en eventueel toekomstige gebruiksfuncties op het NCP. De resultaten van de toetsing worden in een toetsingsrapport vastgelegd.

In voorliggend toetsingsrapport wordt het resultaat van de toetsing beschreven.

Dit toetsingsrapport heeft tot doel om kabelroutes, de buitencontouren van de windparken en de posities van turbines onderling te vergelijken. Dit gebeurt door de alternatieven te projecteren op het bestaande (en redelijkerwijs te verwachten) gebruik op zee. Dit gebeurt aan de hand van de beschikbare en meest actuele data zoals die bij ons bekend is en beschikbaar gemaakt is via het Noordzeeloket. Ondanks de inspanning die Rijkswaterstaat Noordzee heeft gedaan om de juistheid en volledigheid van die ruimtelijke informatie te waarborgen, kunnen aan deze gegevens geen rechten worden ontleend.

Het toetsingsrapport geeft inzicht in ruimtelijke conflicten zodat op basis hiervan de Wbr-aanvraag en de mer, in kan gaan op die conflicten door te onderbouwen hoe de initiatiefnemer hier mee om denkt te gaan. Het toetsingsrapport biedt hiermee dus nog geen enkele garantie op het verkrijgen van een vergunning voor de gekozen parklocatie, de kabel en eventuele route-alternatieven.

2. Toetsing

2.1 - Controle op conflicten gebruiksfuncties NCP

De windturbinepark aanvragen worden gecontroleerd op de ligging van het gebied ten opzichte van de gebruiksfuncties op het NCP. Omdat niet elke gebruiksfunctie even belangrijk is bij conflicten tussen de ligging van het windturbinepark en deze functie wordt een onderscheid in twee categorieën gemaakt. De gebruiksfuncties uit deze categorieën worden beschreven in de samenvattende tabel in het totaaloverzicht.

Categorie I : Kritische gebruiksfuncties
De gebruiksfuncties vertegenwoordigen de essentiële elementen van de onderverdeling van het NCP. Bij voorbaat staat vast dat conflicten met deze gebruikfuncties niet voor mogen komen.

Categorie II : Overige gebruiksfuncties
Bij conflicten met deze gebruiksfuncties met de windturbineparken dient per conflict bekeken te worden of het conflict wordt toegestaan, en zo ja onder welke voorwaarden.

2.1.1 Toetsing van windparklocatie

Voor de voorgenomen windparklocatie gelden de toetsingsregels zoals hieronder zijn weergegeven voor de kabels, maar daarnaast dienen de buitencontouren van elk windpark niet groter te zijn dan 50 km^2. Het windpark Tromp Binnen voldoet aan deze eis. Het totaaloppervlak van Tromp Binnen is 33.09 km^2.

2.1.2 - Toetsing kabeltracés

Voor de kabeltracés gelden de volgende regels:

Rond een deel van de gebruiksfuncties wordt een veiligheidszone gelegd, waarbij deze marge per functie kan verschillen. Hierbij geldt:

Zandwin- en ankergebieden:
Rond zandwin- en ankergebieden geldt een zone van 1000 meter;

Platforms:
Rond platforms geldt een zone van 500 meter

Militaire gebieden:
Het doorkruisen van militaire oefenterreinen of defensie-restrictiegebieden kan leiden tot aanvullende voorschriften (met als gevolg bijvoorbeeld voorwaarden t.a.v. de periode en manier van aanleg) of zelfs uitsluiting van doorkruising hiervan.

Liggende kabels:
Rond liggende kabels wordt een onderhoudszone van afwisselend 500 tot 1000 meter aan beide zijden aangehouden. Dit is de zogenaamde onderhoudszone die het opdreggen van defecte kabels mogelijk maakt. In overleg met liggende kabeleigenaren kan hiervan worden afgeweken.

Leidingen:
Rond leidingen wordt een zone van 500 meter aan beide zijden aangehouden.

In de praktijk betekent dit dat rond een kabeltracé twee veiligheidszones zullen worden gedefinieerd, te weten afwisselend 500 en 1000 meter. Toetsing van de gebruiksfuncties zal tegen de onderhoudszone van 500 meter plaats vinden, met uitzondering van de zandwin- en ankergebieden waarvoor de 1000 meter zone gebruikt zal worden.

Overige eisen

Kruisingen met kabels, leidingen en vaargeulen:
Kruisingen dienen zoveel mogelijk vermeden te worden. Indien kruisingen noodzakelijk geacht worden dienen deze zoveel mogelijk loodrecht te gebeuren. Hoek van kruising dient tussen 60 en 90 graden te liggen.

Route:
kabeltracés welke parallel aan bestaande infrastructuur lopen verdienen de voorkeur.

In onderstaande tabellen wordt de ligging van het aan te vragen windpark en kabeltracé getoetst op de gebruiksfuncties uit de categorieën I en II, waarbij rekening gehouden wordt met de bovengenoemde veiligheidszones, onderhoudszones, buffers en kruisingseisen.

Windturbinepark	Conflicten	Coördinaten ED50	Naam / traject	Eigenaar	Onderwerp
RWE Tromp Binnen	**Wrak**	531463,4892 5855017,0315			
	Overschrijding buffer				Overlapt met vergunningsgebied voor olie en gas

Kabel-route	Conflicten	Coördinaten	Naam / traject	Eigenaar	Onderwerp
Voorkeurs alternatief	**Wrak**	576355,1838 5828657,1085	Leliegracht		
		588713,8726 5823267,8395			
		591739,8633 5821916,8642			
		591762,8545 5821536,8807			
		592463,8797 5821536,8176			
		598970,0934 5819163,7936			
		602109,3762 5817837,3754			
		603348,0086 5817245,0843			
		603300,5639 5816811,3481			
		603503,4168 5817031,9356			
		603943,0558 5816763,0471			
		604514,1461 5816527,9279	Baloeran		
		604743,7445 5816378,2644	Louise Gerdina		
		605098,8089 5816540,4134	Hertha M		
	Kruising		P12-SW - P6-A	Wintershall	Pijpleiding
			P6-D – P6-B	Wintershall	Pijpleiding
			P6-S – P6-B	Wintershall	Pijpleiding
			UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom
			P9-Horizon-A Q1-Helder-AW	UNOCAL Netherlands B.V.	Pijpleiding
			UK - NL 10	Onbekend	Verlaten Telecom
			PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom
			Rembrandt 1	KPN	Telecom
			Rioja 3	KPN	Verlaten Telecom
			Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom
			TAT14 Segment J	Deutsche Telekom	Telecom
			Q1-Helm-AP Ijmuiden	UNOCAL Netherlands B.V.	Pijpleiding
	Overschrijding buffer		Q8F		Overlapt vergund zandwingebied
			Noord A IJgeul		Overlapt met actief baggerstortgebied
					Overlapt met een vergunningsgebied voor olie en gas
					Overlapt met schelpwingebied

Kabel	Conflicten	Coördinaten	Naam / Traject	Eigenaar	Onderwerp
Alternatief 1	**Wrak**	555543,0975 5845454,9157			
		573804,0002 5838791,516			
		574305,2211 5838092,7603			
		596045,8867 5824221,0686			
		597511,8519 5823826,5568			
		598522,1899 5819865,6722			
		602470,3067 5818617,5717			
		604194,4694 5818252,0909			
		603943,0558 5816763,0471			
		604514,1461 5816527,9279	Baloeran		
		604743,7445 5816378,2644	Louise Gerdina		
		605098,8089 5816540,4134	Hertha M		
	Kruising		P2-NE P6-A	Wintershall	Pijpleiding
			P6-A L10-AR	Wintershall	Pijpleiding
			Q4-A P6-A	Wintershall	Pijpleiding
			P9-Horizon-A Q1-Helder-AW	UNOCAL Netherlands B.V.	Pijpleiding
			UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom
			UK - NL 10		Verlaten Telecom
			TAT14 Segment J	Deutsche Telekom	Telecom
			PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom
			Rembrandt 1	KPN	Telecom
			Rioja 3	KPN	Telecom
			Rembrandt 1	KPN	Telecom
			Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom
			Rembrandt 1	KPN	Telecom
			Q7-WP-zuid	E-Connection Project B.V.	Electra
			Q1-Helm-AP IJuiden	UNOCAL Netherlands B.V.	Pijpleiding
	Overschrijding buffer		Stortvak Queen		Overlapt met vervallen baggerstort gebied
					Overlapt met een vergunnings-

					gebied voor olie en gas
					Overlapt met schelpwingebied

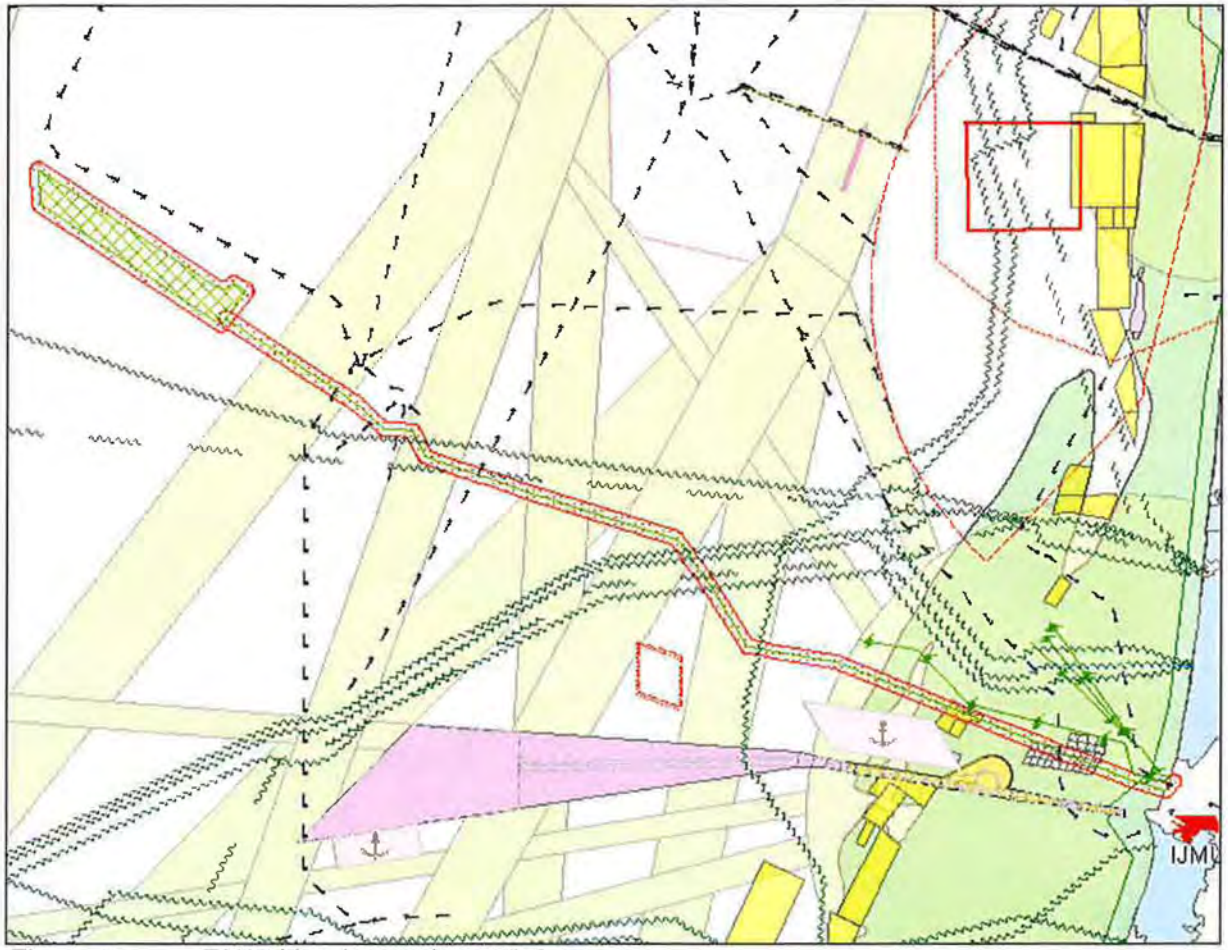
Kabel	Conflicten	Coördinaten	Naam / Traject	Eigenaar	Onderwerp
Alternatief 2	**Wrak**	576355,1838 5828657,1085		Leliegracht	
		588713,8726 5823267,8395			
		592481,7948 5822234,0097			
		604194,4694 5818252,0909			
		605098,8089 5816540,4134		Hertha M	
	Kruising		P12-SW P6-A	Wintershall	Pijpleiding
			P6-D P6-B	Wintershall	Pijpleiding
			P6-S P6-B	Wintershall	Pijpleiding
			UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom
			UK - NL 10		Verlaten Telecom
			P9-Horizon-A Q1-Helder-AW	UNOCAL Netherlands B.V.	Pijpleiding
			PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom
			Rembrandt 1	KPN	Telecom
			Rioja 3	KPN	Telecom
			Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom
			TAT14 Segment J	Deutsche Telekom	Telecom
			Q1-Helm-AP IJmuiden	UNOCAL Netherlands B.V.	Pijpleiding
	Overschrijding buffer		Q7-WP-zuid	E-Connection Project B.V.	Ligt <500m van de elektra kabel
			NSW_A	Shell / Nuon	Ligt <500m van de elektra kabel
			Q8-A Wijk aan Zee	Wintershall	Ligt <500m van de pijpleiding
			Stortvak Queen		Overlapt met vervallen stortvlak
					Overlapt met een vergunnings-gebied voor olie en gas
					Overlapt met schelpwingebied

2.2 Totaaloverzicht

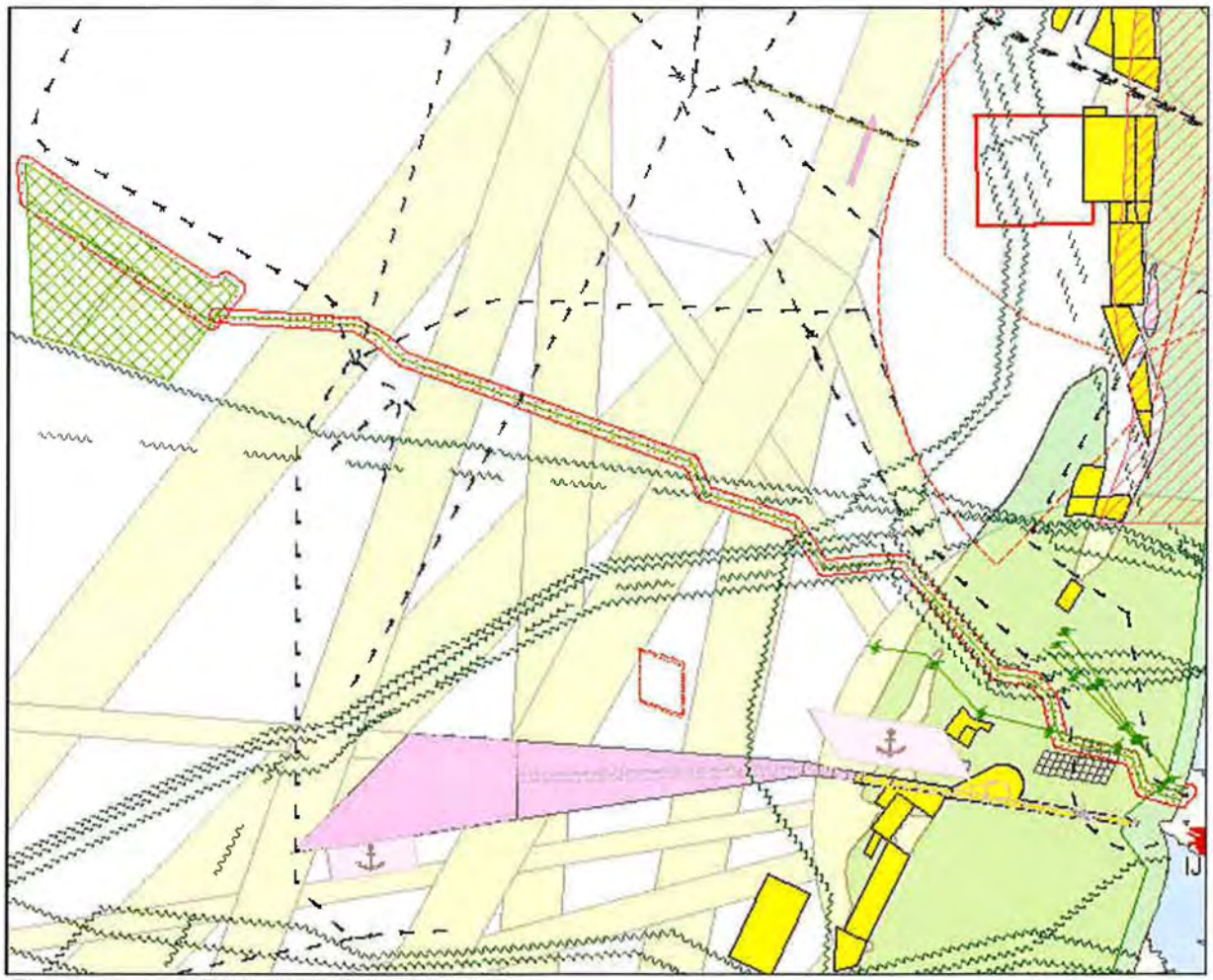
In de tabel wordt aangegeven of windpark en/of kabeltracé(s) inclusief de veiligheidszone wel of niet conflicten geeft met de genoemde gebruiksfuncties. Dit wordt aangegeven met respectievelijk 'Ja' en 'Nee'. Wanneer een conflict wordt geconstateerd zou dit tot aanpassing van het gebied of kabeltracé moeten leiden, of dient de aanvraag of mer inzicht te geven in de manier waarop deze conflicten worden aangepakt. Bijvoorbeeld: een zandwingebied is niet meer in gebruik ten tijde van aanleg of de eigenaar van een liggende kabel stemt in met benadering van die kabel op een afstand kleiner dan 500 m.

Conflicten geconstateerd?:

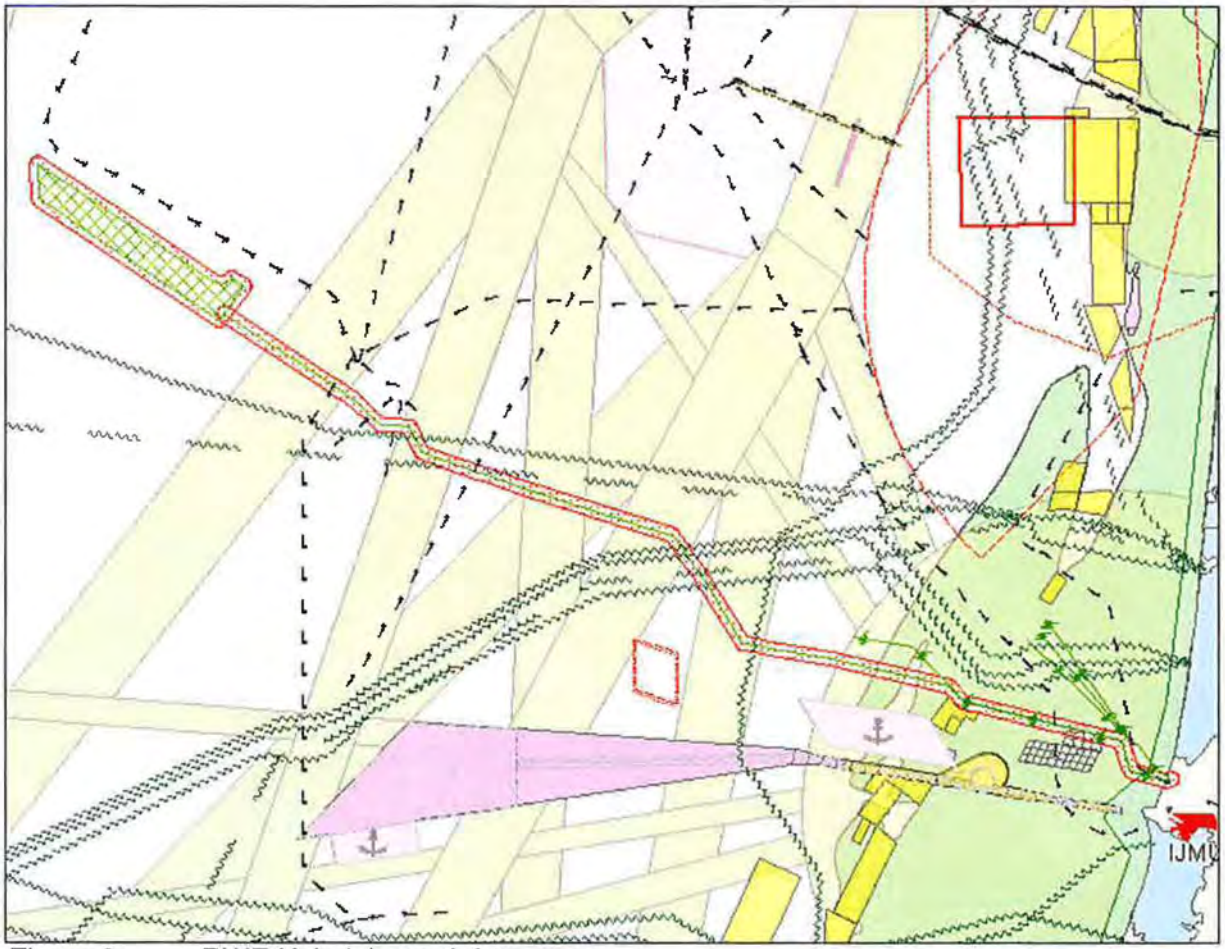
Windpark Tromp Binnen	**Kabeltracés**			**Categorie**
				Categorie I: Kritische gebruiksfuncties
	VK	1	2	
Nee	Nee	Nee	Nee	Tijdelijke (boor-) en permanente (winnings-) platforms (< 500 meter kritisch, daarbuiten niet)
Nee	Nee	Nee	Nee	Kabels (telecom, electra en umbilical) < 500 m kritisch; < 1000 m valt in categorie II
Nee	Nee	Nee	Nee	Leidingen
Nee				Clearways (niet-geulgebonden scheepvaart)
Nee				Verkeerscheidingsstelsel en vaargeulen (geulgebonden scheepvaart)
Nee	Nee	Nee	Nee	Aanloop- en ankergebieden, en draaicirkels
Nee				Actieve baggerstortgebieden
Nee				Militaire uitsluitingsgebieden (v.w.b. windturbineparken)
Nee	Nee	Nee	Nee	Reserveringsgebieden voor de winning van beton- en metselzand
Nee				Binnen de territoriale wateren (< 12 mijl vanuit de kust)
				Categorie II: Overige gebruiksfuncties
	VK	1	2	
Nee	Nee	Nee	Nee	Aangewezen Habitatrichtlijn gebieden
Nee	Nee	Nee	Nee	Vogelgebieden
Nee	Nee	Nee	Nee	Natuurgebieden
Ja	Ja	Ja	Ja	Concessiegebieden olie en gas
Nee	Ja	Ja	Ja	Wrakken
Nee	Nee	Ja	Ja	Buiten gebruik geraakte baggerstortgebieden
	Nee	Nee	Nee	Militaire uitsluitingsgebieden (v.w.b. kabels)
Nee	Ja	Ja	Ja	Schelpenwingebieden
Nee	Ja	Nee	Nee	Zandwingebieden



Figuur 1: RWE Voorkeursalternatief



Figuur 2: RWE Kabelalternatief 1

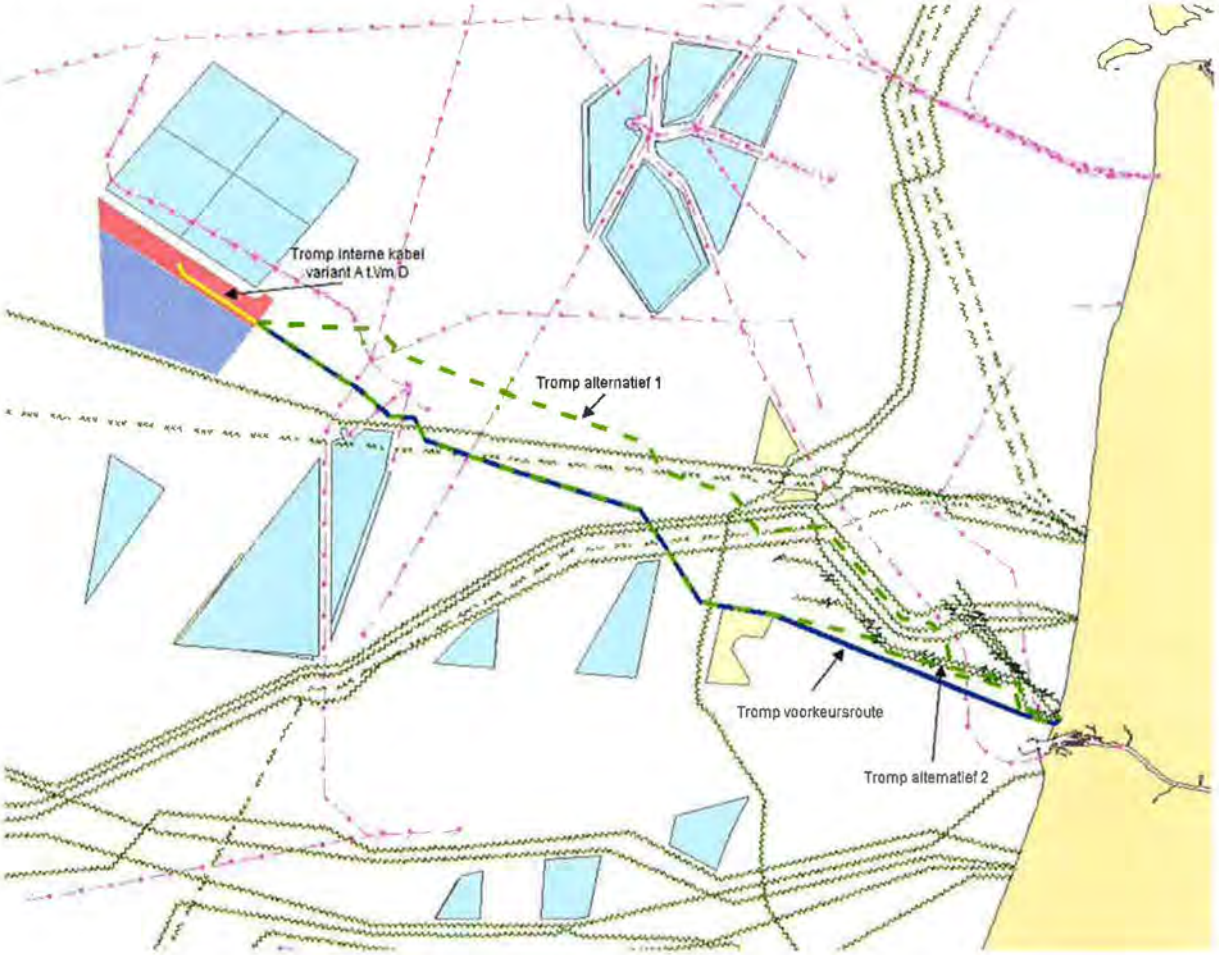


Figuur 3: RWE Kabelalternatief 2

3.3 BESCHRIJVING KABEL TRACÉS

Bij het bepalen van de tracés voor de verschillende kabels van Tromp Binnen naar de kust is rekening gehouden met de richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute zoals gegeven op het Noordzeeloket:
http://www.noordzeeloket.nl/Images/Richtlijnen%20voor%20ontwikkelen%20vergunbare%20kabelroute%20_11-10-2007_tcm14-3419.pdf
De in dit document genoemde eisen hebben betrekking op bestaande infrastructuur op het Nederlands Continentaal Plat. De data die gebruikt is voor het bepalen van de kabeltracés is afkomstig van Rijkswaterstaat (http://www.rws.nl/rws/dnz/windmolens/) en bijgewerkt tot en met 14 mei 2008.

In onderstaande afbeelding zijn de tracés grafisch weergegeven. In de afbeelding zijn naast de routes ook de bekende initiatieven voor windturbineparken op zee en de bestaande kabels en leidingen aangegeven. Om de afbeelding "leesbaar" te houden op deze schaal is een deel van de infrastructuur weggelaten. Wilt u de volledige informatie zien dan kan dat in de kaart Overzichtskaart Locaties RWE v6.0.pdf.



Beschrijving kabeltracés

1. Tromp voorkeursroute: volgt de kortste route naar de kust. Bochten in het tracé worden veroorzaakt door kruisingen met bestaande infrastructuur. Kabels en leidingen zijn gekruist onder een hoek tussen de 60° en 90°. Een huidig knelpunt is dat de route door het actieve zandwingebied Q8F loopt. Waarschijnlijk is dit gebied uitgeput tegen de tijd dat de geplande route gerealiseerd zal worden. Naar verwachting zal bij verlenging van vergunningen voor zandwinning rekening houden met dit tracé.
2. Tromp Alternatief 1: loopt noordelijk van de andere alternatieven. Alternatief 1 is ruim drie kilometer langer dan de voorkeursroute. Wel worden zandwingebieden en (toekomstige) windturbineparken vermeden. De laatste 33 kilometer loopt dit alternatief zoveel mogelijk parallel aan bestaande kabels. Een mogelijk knelpunt bij de aanleg volgens deze route is dat dit tracé door het gebied tussen de proefwindparken Q7-WP en Wijk aan Zee loopt waar veel bestaande telecomkabels liggen.
3. Tromp Alternatief 2: volgt tot het Q8F zandwingebied zoveel mogelijk de kortste route naar de kust. Hierna wordt het vergunde tracé van de Q7-WP-zuid elektra kabel gevolgd. In overleg met de eigenaar van de kabel, E-Connection, moet bepaald worden op welke afstand van de daadwerkelijke positie van de Q7-WP-zuid kabel de route gepland kan worden.
4. In eerste instantie hebben we gekeken naar een derde alternatieve route. Deze route, Tromp Alternatief 3, liep noordelijk langs de diverse initiatieven voor windturbine parken voor de kust van IJmuiden. Ook alle zandwingebieden werden in deze variant vermeden. Door het kiezen van de route volgde Alternatief 3 wel het langste tracé van de vier varianten. 83.5 kilometer ten opzichte van 76 kilometer voor de voorkeursroute. Door dit verschil in lengte is besloten dit alternatief te laten vervallen.
5. Tromp interne kabel variant A t/m D: De voorgaande kabels zijn gedefinieerd vanaf de grens van Tromp binnen naar de Nederlandse kust. Binnen Tromp binnen is voor iedere opstelling van de windturbines een aansluiting op de externe kabels bepaald. Deze loopt steeds vanaf de zuidoost grens van Tromp naar het transformatorstation.

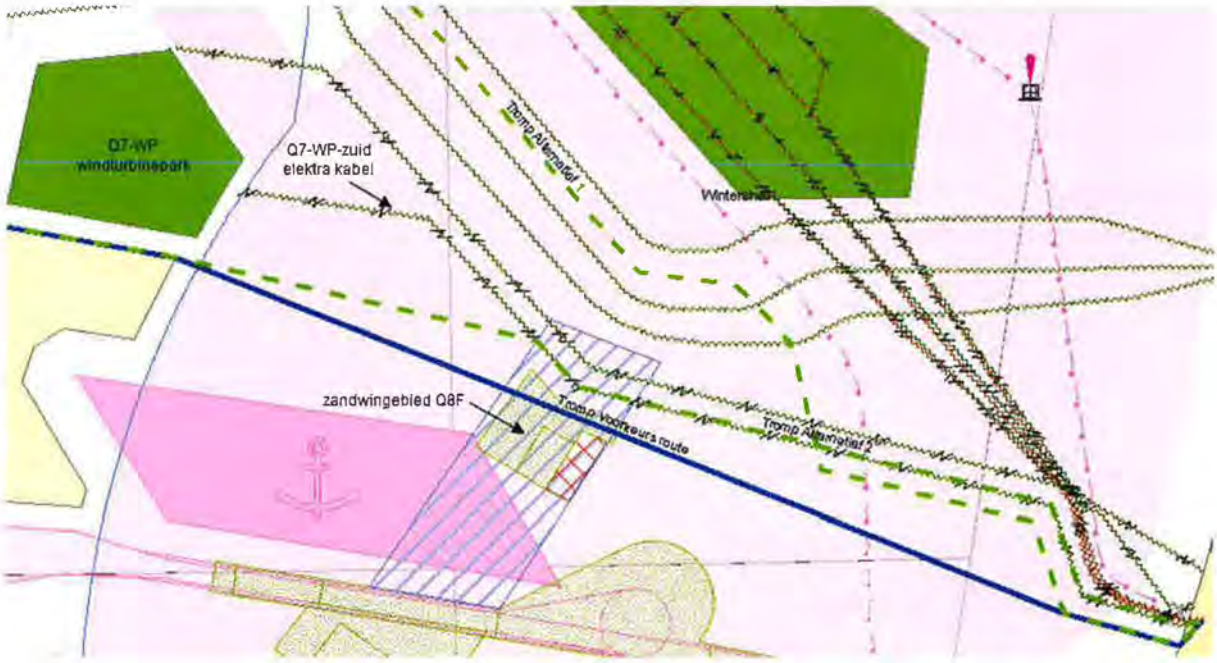
Vergelijking kabelroutes

Naam route	Lengte (km)	Kruisingen met pijpleidingen		Kruisingen met kabels		Mogelijke knelpunten
		Actief	Verlaten	Actief	Verlaten	
Tromp Voorkeursroute	76.492	5	0	5	2	☐ Loop door het momenteel actieve zandwingebied Q8F
Tromp Alternatief 1	79.609	4	1	9	2	☐ Meeste kruisingen met bestaande infrastructuur
Tromp Alternatief 2	77.177	5	0	5	2	☐ Volgt deel van het tracé van de Q7-WP-zuid elektra kabel
Tromp interne kabel variant A t/m D	8.056 tot 8.412	0	0	0	0	☐ geen

Efficiënt ruimtegebruik

Bij het plannen van de diverse alternatieven is zoveel mogelijk gestreefd naar het efficiënt gebruik van de ruimte. Op het grootste deel van de verschillende routes lopen geen kabels of leidingen waarmee het tracé gebundeld kan worden. Fysieke bundeling van de kabel is alleen mogelijk op het laatste deel van de tracés van de diverse alternatieven. In onderstaande afbeelding is in detail het laatste deel van de kabelroutes te zien tussen Q7-WP en de aanlanding in IJmuiden.

- Tromp voorkeursroute loopt de laatste 3,5 kilometer parallel aan de Q7-WP-zuid elektra kabel.
- Tromp alternatief 1 loopt de laatste 33 kilometer zoveel mogelijk parallel aan bestaande elektra en telecom kabels.
- Alternatief 2 volgt deels de geplande route van de Q7-WP-zuid elektra kabel, in overleg met de eigenaar zal bepaald moeten worden hoe dicht de kabel bij de bestaande elektra kabel aangelegd kan worden.



Toetsingsrapport kabels windturbinepark-RWE-Tromp_10-06-08

Op basis van de gebiedsgrenzen en de voorlopige kabeltracés is door Rijkswaterstaat Noordzee een toetsingsrapport voor de kabels opgesteld. In dit rapport zijn twee kabel routes en het gebied Tromp binnen besproken. De besproken routes zijn: Route A, voorkeursroute, en route B, alternatief 1. Uit het rapport zijn de volgende punten naar voren gekomen:

Wrakken

Binnen de grenzen van Tromp binnen en langs de kabelroutes liggen diverse wraklocaties. De posities van deze wraklocaties zijn onder andere bepaald aan de hand van meldingen van vissers. Hierdoor ligt het wrak niet altijd op de exacte positie zoals die gemeld is. Daarnaast is de actuele staat van het wrak ook niet altijd bekend.
Hierdoor zijn op dit moment geen aanpassingen gedaan in de kabelroutes op basis van bekende wraklocaties. Voor de daadwerkelijke aanleg van de kabel zal een route survey worden uitgevoerd. Op basis van de resultaten van die survey kan de staat en positie van de wrakken bepaald worden. Hierna kan besloten worden op welke plaatsen de route moet worden aangepast om wrakken te vermijden.

Kabel route A, voorkeursroute / alternatief 2

Kruisingen

Deze route kruist de volgende kabels en pijpleidingen:

1. P12-SW to P6-A
2. P6-D to P6-B
3. P6-S to P6-B
4. UK - NL 14
5. P9-Horizon-A to Q1-Helder-AW
6. UK - NL 10
7. PANGEA Segment 2
8. Rembrandt 1
9. Rioja 3
10. Atlantic Crossing 1 Segment B1
11. TAT14 Segment J
12. Q1-Helm-AP to IJmuiden

In overleg met de eigenaren zullen in een later stadium crossing agreements worden afgesloten.

Overschrijding buffer

Op basis van de voor het toetsingsrapport aangeleverde posities zijn de volgende overschrijdingen van buffers vastgesteld. Waar nodig zijn de kabelroutes aangepast.

1. Q7-WP-zuid E-Connection Project B.V. ligt <500m van de elektra kabel => Het tracé van de voorkeursroute is aangepast zodat het minimaal 500 meter afstand van deze kabel houdt.
2. NSW_A Shell / Nuon ligt <500m van de elektra kabel => Voor de kabels naar de kust is hetzelfde aansluitpunt dat bij deze kabel gebruikt is gekozen. Hierdoor wordt de buffer overschreden wat niet te voorkomen is. Zodra het aanlandingspunt en aansluitpunt definitief zijn vastgesteld wordt in overleg getreden met de eigenaar.
3. Q8-A-Wijk aan Zee Wintershall ligt <500m van de leiding => Bij aanlanding in IJmuiden, tussen de route en de pijpleiding liggen al bestaande elektra kabels. Hierdoor geen wijzigingen in het kabeltracé doorgevoerd.
4. Overlapt met buiten gebruik geraakt bagger stortgebied => Omdat dit gebied buiten gebruik is vormt het geen probleem voor het kabeltracé.
5. Overlapt met een vergunningsgebied voor olie en gas => Zodra het kabeltracé definitief is vastgesteld wordt in overleg getreden met de concessie houders. Op basis hiervan kan worden bepaald of het kabeltracé moet worden aangepast in verband met toekomstige mijnbouw activiteiten.
6. Overlapt met schelpwingebied => Het grootste deel van de Nederlandse kust, vanaf de 5 meter dieptelijn naar buiten toe, is een potentieel schelpwingebied. In de toekomst kunnen

gebieden aangewezen worden voor het winnen van schelpen. Bij het bepalen van die gebieden wordt rekening gehouden met bestaande en toekomstige kabels. Het kabeltracé hoeft op dit moment niet te worden aangepast.

7. WP IJMUIDEN status: Ingetrokken, WEOM, overlapt met windpark => Dit initiatief is ingetrokken en zal dus niet worden gerealiseerd. Hierdoor geen aanpassingen in het kabeltracé.
8. WP Wijk aan Zee, status: richtlijnen afgegeven, Evelop Netherlands B.V., overlapt met windpark => Dit initiatief zou in de toekomst gerealiseerd kunnen worden. Echter aangezien op dezelfde locatie het initiatief WP IJmuiden afgewezen is, is de kans dat het WP Wijk aan Zee gerealiseerd wordt gering. Op basis hiervan is de kabelroute niet aangepast.
9. WP Thetys, status: richtlijnen afgegeven, Arcadis Ruimte & Milieu, overlapt met windpark => Dit initiatief zou in de toekomst gerealiseerd kunnen worden. Echter aangezien op dezelfde locatie het initiatief WP IJmuiden afgewezen is, is de kans dat het WP Wijk aan Zee gerealiseerd wordt gering. Op basis hiervan is de kabelroute niet aangepast.

Kabel route B, alternatief 2

Kruisingen

Deze route kruist de volgende kabels en pijpleidingen:

1. P2-NE to P6-A
2. P6-A to L10-AR
3. Q4-A to P6-A
4. P9-Horizon-A to Q1-Helder-AW
5. UK - NL 14
6. UK - NL 10
7. TAT14 Segment J
8. PANGEA Segment 2
9. Rembrandt 1
10. Rioja 3
11. Atlantic Crossing 1 Segment B1
12. Rembrandt 1
13. Q1-Helm-AP to IJmuiden

Hiernaast kruist de route de elektra kabel Q7-WP-zuid

In overleg met de eigenaren zullen in een later stadium crossing agreements worden afgesloten.

Overschrijding buffer

1. Rioja 3, KPN, ligt <500m van verlaten telecom => Bij de aanleg van de kabel kan besloten worden of de verlaten telecom kabel op dit deel van het tracé zoveel als mogelijk kan worden verwijderd of dat de nieuwe kabel vlak naast deze verlaten kabel wordt aangelegd.
2. Atlantic Crossing 1, segment B1 Global Crossing, ligt <500m van de telecom kabel => alternatief 2 aangepast zodat die voldoende afstand van deze kabel houdt.
3. Q7-WP-zuid, E-Connection Project B.V., ligt <500m van de elektra kabel => alternatief 2 aangepast zodat die 500 meter van deze kabel ligt.
4. NSW_A Shell / Nuon ligt <500m van de elektra kabel => Voor de kabels naar de kust is hetzelfde aansluitpunt dat bij deze kabel gebruikt is gekozen. Hierdoor wordt de buffer overschreden wat niet te voorkomen is.
5. Stortvak Queen, overlapt met buiten gebruik geraakt baggerstort gebied => Omdat dit gebied buiten gebruik is vormt het geen probleem voor het kabeltracé.
6. Q8-A-Wijk aan Zee Wintershall ligt <500m van de leiding => Bij aanlanding in IJmuiden, tussen de route en de pijpleiding liggen al bestaande elektra kabels. Hierdoor geen wijzigingen in het kabeltracé doorgevoerd.
7. Overlapt met een vergunningsgebied voor olie en gas => Zodra het kabeltracé definitief is vastgesteld wordt in overleg getreden met de concessie houders. Op basis hiervan kan worden bepaald of het kabeltracé moet worden aangepast in verband met toekomstige mijnbouw activiteiten.

8. Overlapt met schelpwingebied => Het grootste deel van de Nederlandse kust, vanaf de 5 meter dieptelijn naar buiten toe, is een potentieel schelpwingebied. In de toekomst kunnen gebieden aangewezen worden voor het winnen van schelpen. Bij het bepalen van die gebieden wordt rekening gehouden met bestaande en toekomstige kabels. Het kabeltracé hoeft dan ook niet te worden aangepast.

BIJLAGE 4.1 ECN, RWE WIND FARM TROMP-BINNEN; AERODYNAMIC AND ELECTRICAL EVALUATION, 2008 (OPENBARE VERSIE)

ECN

Energy research Centre of the Netherlands

RWE Wind Farm Tromp Binnen

Aerodynamic and electrical evaluation

J.T.G. Pierik
E. Bot

Openbare Versie

ECN-X–08-064 Rev. 1

Remark on Rev. 1

In Rev. 1 the error in the connection of the cables inside the wind farm has been corrected. This resulted in higher electrical losses and slightly higher production costs.

Remark on Openbare Versie

By request of RWE, in the Openbare Versie of this report the economic details (component costs and production costs) have been omited.

Contents

1 Aerodynamic evaluation 5
- 1.1 General data and conditions . . . 5
  - 1.1.1 Farm data . . . 5
  - 1.1.2 Turbine specifications . . . 5
  - 1.1.3 Wind resource data . . . 5
- 1.2 Layout optimisation . . . 8
- 1.3 Wake effects of nearby farms . . . 8
- 1.4 Energy yield results . . . 10

2 Electrical evaluation 19
- 2.1 Choice of electrical components . . . 19
- 2.2 Cable layout and position of the wind farm transformer platform . . . 20
  - 2.2.1 Preferred layouts . . . 20
- 2.3 EeFarm II calculation with P(V) curve . . . 24
  - 2.3.1 Option A PV-curve . . . 27
  - 2.3.2 Option B PV-curve . . . 29
  - 2.3.3 Option C PV-curve . . . 30
  - 2.3.4 Option D PV-curve . . . 31
- 2.4 Alternative layouts . . . 31
- 2.5 EeFarm II calculation with FluxFarm input . . . 37
  - 2.5.1 Option A FluxFarm . . . 38
  - 2.5.2 Option B FluxFarm . . . 39
  - 2.5.3 Option C FluxFarm . . . 40
  - 2.5.4 Option D FluxFarm . . . 41

3 Tromp Binnen energy production and production costs 43
- 3.1 Base Case (Optimistic, no Airtricity WF) . . . 43
- 3.2 Variations on Base Case . . . 44
- 3.3 Suggestions for further research and optimization . . . 45

A Levelised production cost LPC 49

1 Aerodynamic evaluation

1.1 General data and conditions

1.1.1 Farm data

The dimensions of Tromp Binnen (33.07 km^2) are aproximately 16.5 km by 2.0 km, with the long boundary nearly perpendicular to the dominant wind direction (210 - 220°). In this area, four farm layout variants are developed and analysed [3]. The starting point of the four variants is a hexagonal packing arrangement with a distance s_1 between the turbines and a distance s_2 between the turbine rows (s_1 and s_2 both expressed in rotor diameters). Table 1 shows the requirements of the four variants.

Table 1: Requirements farm layouts.

Variant	s_1 $\geq$	s_2 $\geq$	Turbine type [MW]	Density [MW/km^2]
A	7.5	8.86	3.6	5 - 7
B	5.5	5.9	3.6	8 - 10
C	6.0	9.0	5.0	6 - 8
D	5.0	6.5	5.0	9 - 11

1.1.2 Turbine specifications

The 3.6 MW types are Siemens SWT-3.6-107 [9] wind turbines with a rotor diameter of 107 m, and the 5.0 MW types are REpower 5M [7] wind turbines with a rotor diameter of 126 m. The power curves and axial force coefficients of both types are given in Table 2 and 3. The thrust coefficients are default data determined by ECN. The maximum thrust coefficient is limited to 0.69, which is 0.1 lower then actually expected. This is done to compensate for the neglect of unstable atmospheric conditions.

It is assumed that both turbines will have a hub height of 90 m above sea level. In case the hubheight will be 80 m, the average wind speed at hub height will be 1.1% lower. The effect of this lower wind speed on the energy yields has been calculated with FluxFarm and the results show a decrease of the energy yields with approximately 1.2%. Therefore, the following formula is applicable to correct the calculated energy yields $E(h)$ for the actual hub heights h:

$$E(h) = E(90)\left(1 + 0.0012(h - 90)\right), \qquad 75 \leq h \leq 95 \tag{1}$$

1.1.3 Wind resource data

The wind resource data is determined from the Offshore Wind Atlas of the Dutch part of the North Sea [1]. The Offshore Wind Atlas gives:

- The distribution of the mean wind speed at a height of 60, 90,120 and 150 meter accross the Netherlands Exclusive Economic Zone (NEEZ),
- The distribution for the wind direction, the turbulence and the stability at the 4 heights in 5 representative locations for the NEEZ.

The wind atlas is based on post-processed data of 3 years from the atmospheric model Hirlam of KNMI. The resulting data are corrected with measurements.

Since it is assumed that the hub heights will be 90 m above sea level for both turbine types, the wind resource data is determined for that height. Table 4 gives the resource data for Tromp Binnen. The values A and k represent the scale and shape parameters of the Weibull distribution:

$$F(U) = \exp\left(-\left(\frac{U}{A}\right)^k\right) \tag{2}$$

Table 2: Siemens SWT-3.6-107.

Wind [m/s]	Power [kW]	C_T [-]
4	80	0.6899
5	238	0.6899
6	474	0.6899
7	802	0.6899
8	1234	0.6899
9	1773	0.6899
10	2379	0.6746
11	2948	0.6233
12	3334	0.5300
13	3515	0.3955
14	3577	0.3048
15	3594	0.2436
16	3599	0.1992
17	3600	0.1658
18	3600	0.1400
19	3600	0.1196
20	3600	0.1032
21	3600	0.0899
22	3600	0.0789
23	3600	0.0698
24	3600	0.0621
25	3600	0.0556

Table 3: REpower 5M.

Wind [m/s]	Power [kW]	C_T [-]
3.5	53	0.6899
4	126	0.6899
5	352	0.6899
6	648	0.6899
7	1081	0.6899
8	1638	0.6899
9	2335	0.6899
10	3170	0.6746
11	4000	0.6233
12	4755	0.5300
13	5000	0.3955
14	5000	0.3048
15	5000	0.2436
16	5000	0.1992
17	5000	0.1658
18	5000	0.1400
19	5000	0.1196
20	5000	0.1032
21	5000	0.0899
22	5000	0.0789
23	5000	0.0698
24	5000	0.0621
25	5000	0.0556
26	5000	0.0502
27	5000	0.0455
28	5000	0.0416
29	5000	0.0381
30	5000	0.0351

where $F(U)$ describes the probability that the hourly mean wind speeds exceeds U.

Table 4: Wind resource data for Tromp Binnen.

52.8° Latitude (North); 3.5° Longitude (East)
Height: 90 m
Mean wind speed: 9.97 m/s
Source: Offshore Wind Atlas, Period 1997-2002

Alfa [°]	Freq [%]	A	k	$\overline{U}$ [m/s]
0	6.3	11.02	2.0	9.78
30	5.9	9.41	2.0	9.41
60	5.5	8.95	2.0	7.95
90	7.8	11.48	2.0	10.18
120	8.3	9.18	2.0	8.15
150	6.5	9.30	2.0	8.25
180	11.4	10.21	2.0	9.07
210	14.6	13.08	2.0	11.59
240	12.1	13.66	2.0	12.08
270	8.5	13.43	2.0	11.89
300	6.4	11.71	2.0	10.38
330	6.7	9.18	2.0	8.15

1.2 Layout optimisation

The dimensions of Tromp Binnen (33.07 km^2) are aproximately 16.5 km by 2.0 km, with the long boundary nearly perpendicular to the dominant wind direction (210 - 220°).

The circle packing with the highest density is the hexagonal packing arrangement, as shown in figure 1. For maximum energy yield, the turbines should be aligned in rows perpendicular to the dominant wind direction. In a hexagonal packing arrangement with a distance s_1 between the turbines, the distance s_2 between the turbine rows is equal to $s_1 \frac{1}{2}\sqrt{3}$. Note that in the dominant wind direction, the minimal distance between a turbine that is positioned in the wake of a front turbine is equal to $2s_2 = s_1\sqrt{3}$.

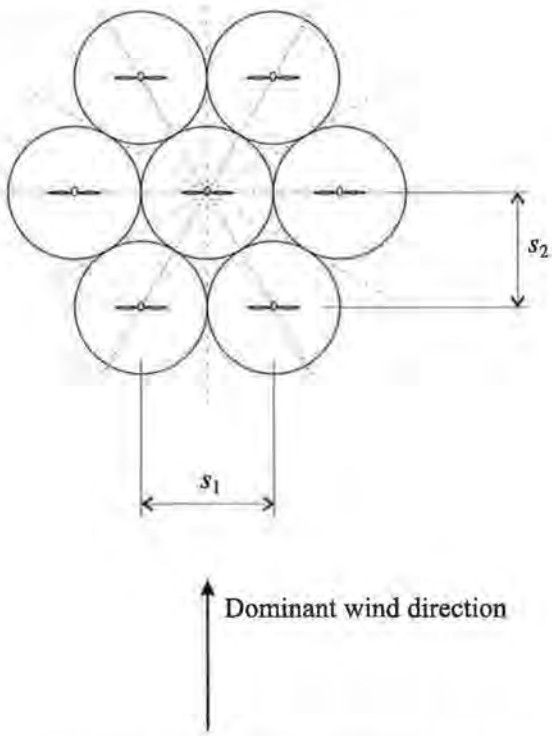


Figure 1: Hexagonal packing arrangement of wind turbines

Dependent on the wind direction distribution, the hexagonal packing arrangement not always leads to the highest energy yield for a certain density. Besides, the boundaries of the farm dictate the park layouts to a large extend. Fortunately, the largest boundary of Tromp Binnen is perpendicular to the dominant wind speed, so that the first step in the determination of the optimal farm layout is finding a hexagonal packing arrangement with the direction of s_1 perpendicular to the dominant wind speed. The next step is to adjust s_1 and s_2 to meet the boundaries of the area and the required density. Finally, in order to find the optimum layout, the effect on the energy yield is calculated when the rows are shifted perpendicular to the dominant wind direction.

1.3 Wake effects of nearby farms

Airtricity has intended to build a large wind farm at the north side of Tromp Binnen. The effect on the energy yield of the four variants have been estimated. It is assumed that the Airtricity farm will exist of 165 REpower turbines of 5 MW with a hub height of 90 m. The coordinates of these turbines used for the estimation of the wake effects are shown table 5 [6].

Table 5: Coordinates Airtricity turbines.

Nr.	E [m]	N [m]	Nr.	E [m]	N [m]	Nr.	E [m]	N [m]
1	529524	5859738	56	540376	5857063	111	539431	5863687
2	530365	5859182	57	541217	5856507	112	540271	5863131
3	531206	5858626	58	542058	5855951	113	541112	5862575
4	532047	5858070	59	542899	5855395	114	541953	5862019
5	532887	5857514	60	543740	5854839	115	542794	5861464
6	533728	5856958	61	532782	5863583	116	543635	5860908
7	534569	5856403	62	533623	5863027	117	544476	5860352
8	535410	5855847	63	534464	5862471	118	545317	5859796
9	536251	5855291	64	535305	5861915	119	546157	5859240
10	537092	5854735	65	536146	5861359	120	546998	5858684
11	537932	5854179	66	536987	5860803	121	536041	5867428
12	538773	5853623	67	537828	5860248	122	536882	5866872
13	539614	5853067	68	538668	5859692	123	537723	5866316
14	540455	5852511	69	539509	5859136	124	538564	5865760
15	541296	5851955	70	540350	5858580	125	539404	5865204
16	530339	5860699	71	541191	5858024	126	540245	5864648
17	531179	5860143	72	542032	5857468	127	541086	5864092
18	532020	5859587	73	542873	5856912	128	541927	5863537
19	532861	5859032	74	543714	5856356	129	542768	5862981
20	533702	5858476	75	544554	5855800	130	543609	5862425
21	534543	5857920	76	533597	5864544	131	544449	5861869
22	535384	5857364	77	534438	5863988	132	545290	5861313
23	536225	5856808	78	535279	5863432	133	546131	5860757
24	537065	5856252	79	536120	5862876	134	546972	5860201
25	537906	5855696	80	536960	5862321	135	547813	5859645
26	538747	5855140	81	537801	5861765	136	536856	5868389
27	539588	5854584	82	538642	5861209	137	537696	5867833
28	540429	5854028	83	539483	5860653	138	538537	5867277
29	541270	5853472	84	540324	5860097	139	539378	5866721
30	542110	5852916	85	541165	5859541	140	540219	5866166
31	531153	5861660	86	542006	5858985	141	541060	5865610
32	531994	5861105	87	542846	5858429	142	541901	5865054
33	532835	5860549	88	543687	5857873	143	542742	5864498
34	533676	5859993	89	544528	5857317	144	543582	5863942
35	534517	5859437	90	545369	5856761	145	544423	5863386
36	535357	5858881	91	534412	5865505	146	545264	5862830
37	536198	5858325	92	535253	5864950	147	546105	5862274
38	537039	5857769	93	536093	5864394	148	546946	5861718
39	537880	5857213	94	536934	5863838	149	547787	5861162
40	538721	5856657	95	537775	5863282	150	548627	5860606
41	539562	5856101	96	538616	5862726	151	537670	5869350
42	540403	5855545	97	539457	5862170	152	538511	5868795
43	541243	5854990	98	540298	5861614	153	539352	5868239
44	542084	5854434	99	541139	5861058	154	540193	5867683
45	542925	5853878	100	541979	5860502	155	541034	5867127
46	531968	5862622	101	542820	5859946	156	541874	5866571
47	532809	5862066	102	543661	5859390	157	542715	5866015
48	533650	5861510	103	544502	5858835	158	543556	5865459
49	534490	5860954	104	545343	5858279	159	544397	5864903
50	535331	5860398	105	546184	5857723	160	545238	5864347
51	536172	5859842	106	535226	5866467	161	546079	5863791
52	537013	5859286	107	536067	5865911	162	546920	5863235
53	537854	5858730	108	536908	5865355	163	547760	5862680
54	538695	5858174	109	537749	5864799	164	548601	5862124
55	539535	5857619	110	538590	5864243	165	549442	5861568

1.4 Energy yield results

The energy production of the four layouts have been estimated with the computer program FluxFarm. FluxFarm contains two wake models for energy yield calculations: a fast empirical engineering model for raw estimates, and a more accurate wake model, WAKEFARM. The empirical engineering model uses a database with wake maps that contain profiles for the wind speed and turbulence intensity in the wake at hub height. These wake maps were determined from measurements with scaled turbine models in simulated offshore conditions in a boundary-layer wind tunnel. Since these wake maps are only valid for single turbines, multiple wake effects are not modelled accurately. Therefore, this empirical model has only been used for the determination of the optimal farm layouts and for the calculation of the wake losses from the Airtricity farm.

The second model in FluxFarm, WAKEFARM, is a slightly modified version of the UPMWAKE model [2] developed by the Universidad Polytecnia de Madrid. The UPMWAKE/WAKEFARM model is based on the 3D Parabolized Navier Stokes equations. The free stream wind field is modelled with the method from Panofsky-Dutton [5]. It models the axial wind speed and turbulence intensity as function of height using the friction velocity (u^*), the roughness height (z_0) and the Monin-Obukhov length scale (L), where the ambient turbulence intensity follows from an expression for the turbulent kinetic energy (k) in the ambient flow which is given in i.e. [8] and assuming the anisotropy from [5]. The rotor model consists of an actuator disc with an axial force (thrust) coefficient C_T. The turbulent processes are modelled with a k-ϵ turbulence model.

The parabolisation of the Navier Stokes equations is a widely accepted technique to reduce the calculational time of wake models considerably. This parabolization is only possible when the axial pressure gradient is neglected. However, the neglect of the axial pressure grandient is only justified in the far wake. In the near wake this assumption does not hold, since the presence of the rotor leads to a strong deceleration and a large axial pressure gradient. Consequently a separate modelling for the near wake is required. Therefore, in WAKEFARM the streamwise pressure gradient is prescribed a-priori in the form of a source term in the flow equations. The prescribed pressure gradients are calculated from a free vortex wake method applied on an actuator disc model for axisymmetric and inviscid flow conditions. The resulting pressure gradients are stored into a database for a large number of axial induction factors (i.e. axial force coefficients). This WAKEFARM model is used to calculate the wake losses of the optimised farms. The energy yields of the turbines are calculated by applying these wake losses on the wind resource data.

In figure 2-5 the optimal layouts for the four variants are shown. The results of the energy yield calculations are shown in table 6-9. The values between brackets include the wake losses of the Airtricity farm. The optimistic values in column 4 and 5 are clean results from the FluxFarm calculations. This means that no tuning factors are used to fit the results on uncertain expectations. However, some negative effects are not modelled in FluxFarm so that the clean results are too optimistic. For example, from comparison with measurements it is known that the wake effects are underpredicted, especially for the second turbine in a row. A plausible explanation for this is that the power curve is not valid in combination with a rotor averaged wind speed, when a turbine operates in a wind field with large shears due to the strong wake of the first turbine in the row. In large farms (with long arrays) this strong negative effect on the second turbine in a row is partly compensated by other turbines downstream. However, the farm layouts have array lengths of only 3 or 4 turbines in the dominant wind direction, so that a relatively large part of the wake losses arise from second turbines in a row.

From experience it is expected that the calculated wake losses in generall will be 10 to 15% too low. Taking the above into account, the current wake losses are probably 20% too low. This, together with the uncertainty in the thrust coefficients, it is reasonable to apply a correction factor of 1.3 on the calculated optimistic wake losses, in order to get conservative results. The conservative yields presented in column 6 are calculated with use of this correction factor.

As mentioned before, the yields are calculated assuming a hub height of 90 m. Formula (1) may be used to correct the calculated energy yields for the actual hub heights.

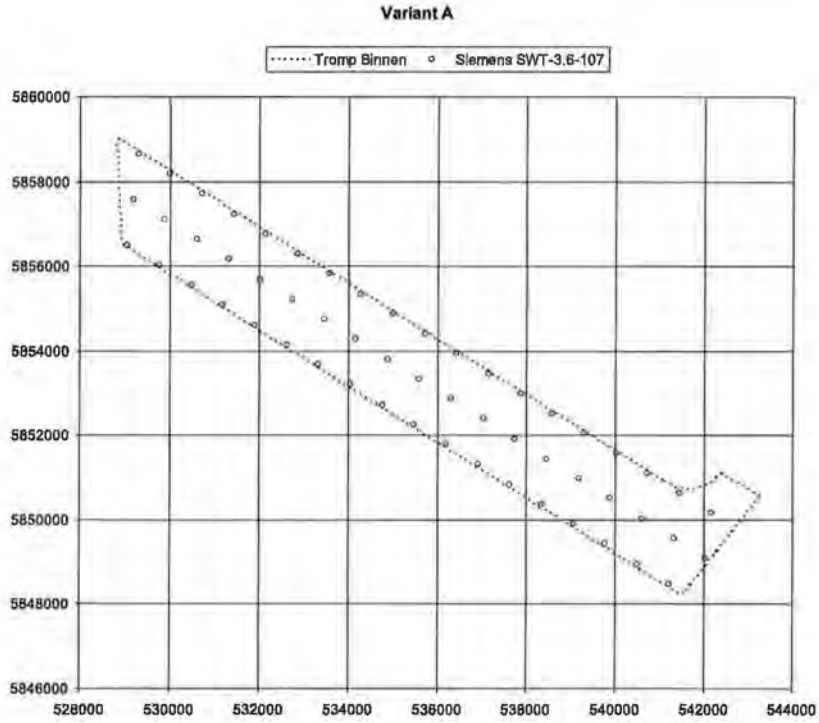


Figure 2: *Optimal farm layout for Variant A.*

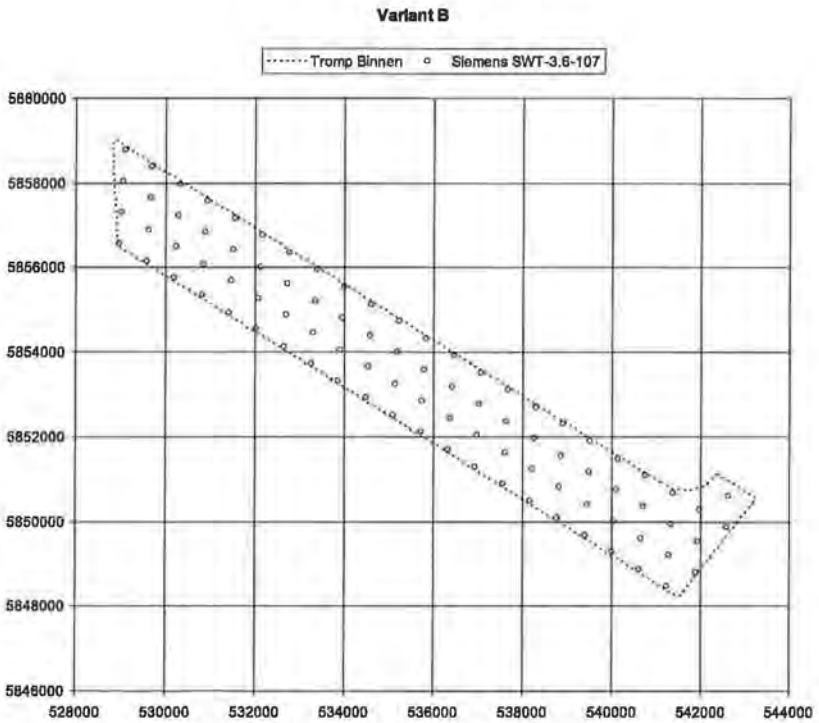


Figure 3: *Optimal farm layout for Variant B.*

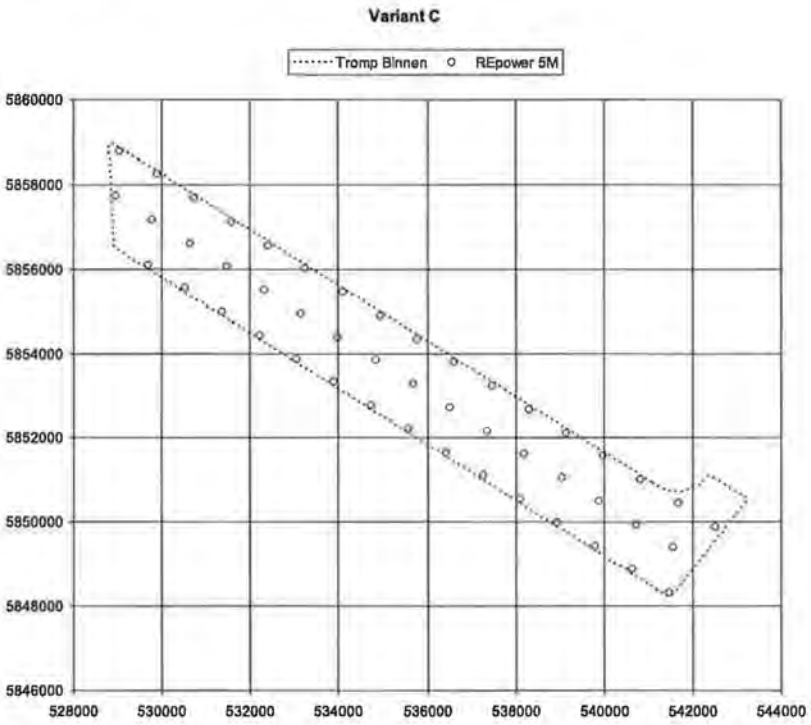


Figure 4: *Optimal farm layout for Variant C.*

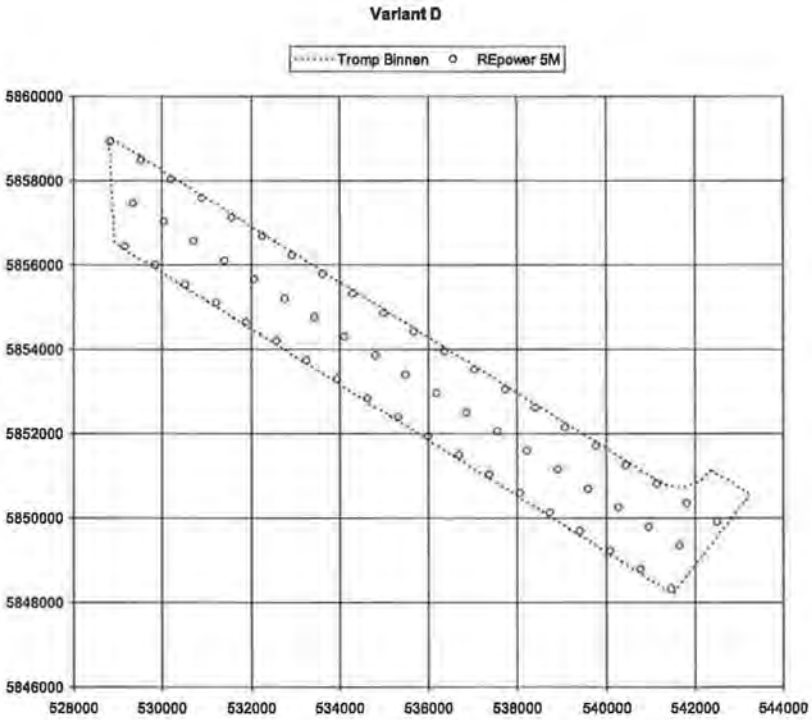


Figure 5: *Optimal farm layout for Variant D.*

Table 6: Calculated wake losses and yields for variant A

Values between brackets include losses from the Airtricity farm.

Site	E [m]	N [m]	Wake loss optimistic [%]	Yield optimistic [GWhr/year]	Yield conservative [GWhr/year]
Turbine 001	529299	5858654	2.06 (4.94)	16.04 (15.56)	15.93 (15.32)
Turbine 002	530013	5858182	2.81 (5.99)	15.91 (15.39)	15.77 (15.10)
Turbine 003	530727	5857710	3.14 (6.53)	15.86 (15.30)	15.70 (14.98)
Turbine 004	531441	5857238	3.29 (6.86)	15.83 (15.25)	15.67 (14.91)
Turbine 005	532155	5856766	3.46 (7.10)	15.81 (15.21)	15.64 (14.86)
Turbine 006	532869	5856295	3.46 (7.18)	15.81 (15.20)	15.64 (14.84)
Turbine 007	533584	5855823	3.54 (7.30)	15.79 (15.18)	15.62 (14.82)
Turbine 008	534298	5855351	3.61 (7.42)	15.78 (15.16)	15.60 (14.79)
Turbine 009	535012	5854879	3.58 (7.39)	15.79 (15.16)	15.61 (14.80)
Turbine 010	535726	5854407	3.54 (7.33)	15.79 (15.17)	15.62 (14.81)
Turbine 011	536440	5853935	3.58 (7.33)	15.79 (15.17)	15.61 (14.81)
Turbine 012	537154	5853463	3.58 (7.23)	15.79 (15.19)	15.61 (14.83)
Turbine 013	537869	5852991	3.57 (7.11)	15.79 (15.21)	15.61 (14.86)
Turbine 014	538583	5852519	3.47 (6.90)	15.80 (15.24)	15.63 (14.90)
Turbine 015	539297	5852047	3.45 (6.72)	15.81 (15.27)	15.64 (14.94)
Turbine 016	540011	5851575	3.30 (6.31)	15.83 (15.34)	15.67 (15.03)
Turbine 017	540725	5851103	3.29 (5.94)	15.83 (15.40)	15.67 (15.11)
Turbine 018	541439	5850631	2.96 (5.17)	15.89 (15.53)	15.74 (15.27)
Turbine 019	542153	5850160	2.46 (4.30)	15.97 (15.67)	15.85 (15.46)
Turbine 020	529177	5857580	2.73 (4.86)	15.92 (15.58)	15.79 (15.34)
Turbine 021	529891	5857108	3.50 (5.81)	15.80 (15.42)	15.63 (15.14)
Turbine 022	530605	5856636	3.74 (6.19)	15.76 (15.36)	15.58 (15.06)
Turbine 023	531319	5856164	3.85 (6.39)	15.74 (15.33)	15.55 (15.01)
Turbine 024	532033	5855692	3.90 (6.51)	15.73 (15.31)	15.54 (14.99)
Turbine 025	532747	5855220	3.99 (6.63)	15.72 (15.29)	15.52 (14.96)
Turbine 026	533461	5854748	4.03 (6.69)	15.71 (15.28)	15.51 (14.95)
Turbine 027	534176	5854276	4.07 (6.75)	15.70 (15.27)	15.50 (14.94)
Turbine 028	534890	5853804	4.04 (6.70)	15.71 (15.27)	15.51 (14.95)
Turbine 029	535604	5853332	4.00 (6.64)	15.72 (15.29)	15.52 (14.96)
Turbine 030	536318	5852860	4.02 (6.61)	15.71 (15.29)	15.52 (14.96)
Turbine 031	537032	5852388	3.88 (6.42)	15.74 (15.32)	15.55 (15.01)
Turbine 032	537746	5851916	3.89 (6.33)	15.74 (15.33)	15.54 (15.02)
Turbine 033	538461	5851445	3.80 (6.15)	15.75 (15.37)	15.56 (15.06)
Turbine 034	539175	5850973	3.72 (5.93)	15.76 (15.40)	15.58 (15.11)
Turbine 035	539889	5850501	3.57 (5.61)	15.79 (15.45)	15.61 (15.18)
Turbine 036	540603	5850029	3.41 (5.24)	15.81 (15.51)	15.65 (15.26)
Turbine 037	541317	5849557	3.05 (4.67)	15.87 (15.61)	15.72 (15.38)
Turbine 038	542031	5849085	2.06 (3.50)	16.03 (15.80)	15.93 (15.63)
Turbine 039	529054	5856505	2.25 (3.98)	16.00 (15.72)	15.89 (15.53)
Turbine 040	529769	5856033	2.74 (4.54)	15.92 (15.63)	15.79 (15.41)
Turbine 041	530483	5855561	2.83 (4.71)	15.91 (15.60)	15.77 (15.37)
Turbine 042	531197	5855089	2.95 (4.93)	15.89 (15.57)	15.74 (15.32)
Turbine 043	531911	5854617	2.95 (4.98)	15.89 (15.56)	15.74 (15.31)
Turbine 044	532625	5854145	3.00 (5.07)	15.88 (15.54)	15.73 (15.29)
Turbine 045	533339	5853673	3.02 (5.10)	15.88 (15.54)	15.73 (15.29)
Turbine 046	534054	5853201	3.10 (5.16)	15.87 (15.53)	15.71 (15.27)
Turbine 047	534768	5852730	3.04 (5.10)	15.87 (15.54)	15.73 (15.29)
Turbine 048	535482	5852258	3.05 (5.08)	15.87 (15.54)	15.72 (15.29)
Turbine 049	536196	5851786	3.09 (5.06)	15.87 (15.54)	15.71 (15.29)
Turbine 050	536910	5851314	2.99 (4.90)	15.88 (15.57)	15.74 (15.33)
Turbine 051	537624	5850842	2.94 (4.81)	15.89 (15.58)	15.75 (15.35)
Turbine 052	538338	5850370	2.85 (4.61)	15.90 (15.62)	15.76 (15.39)
Turbine 053	539053	5849898	2.81 (4.46)	15.91 (15.64)	15.77 (15.42)
Turbine 054	539767	5849426	2.68 (4.24)	15.93 (15.68)	15.80 (15.47)
Turbine 055	540481	5848954	2.37 (3.79)	15.98 (15.75)	15.87 (15.57)
Turbine 056	541195	5848482	1.80 (3.07)	16.08 (15.87)	15.99 (15.72)
Wind farm	-	-	3.25 (5.75)	887.1 (864.1)	878.1 (848.2)

Table 7: Calculated wake losses and yields for variant B

Values between brackets include losses from the Airtricity farm.

Site	E [m]	N [m]	Wake loss optimistic [%]	Yield optimistic [GWhr/year]	Yield conservative [GWhr/year]
Turbine 001	529096	5858788	3.21 (5.90)	15.85 (15.41)	15.69 (15.12)
Turbine 002	529709	5858383	4.58 (7.59)	15.62 (15.13)	15.40 (14.76)
Turbine 003	530323	5857978	5.07 (8.26)	15.54 (15.02)	15.29 (14.61)
Turbine 004	530936	5857572	5.25 (8.61)	15.51 (14.96)	15.25 (14.54)
Turbine 005	531549	5857167	5.41 (8.90)	15.49 (14.91)	15.22 (14.48)
Turbine 006	532163	5856762	5.49 (9.07)	15.47 (14.89)	15.20 (14.44)
Turbine 007	532776	5856356	5.43 (9.05)	15.48 (14.89)	15.22 (14.45)
Turbine 008	533389	5855951	5.51 (9.19)	15.47 (14.87)	15.20 (14.42)
Turbine 009	534003	5855546	5.37 (9.11)	15.49 (14.88)	15.23 (14.43)
Turbine 010	534616	5855140	5.48 (9.18)	15.48 (14.87)	15.21 (14.42)
Turbine 011	535229	5854735	5.47 (9.15)	15.48 (14.87)	15.21 (14.42)
Turbine 012	535843	5854330	5.35 (9.04)	15.50 (14.89)	15.23 (14.45)
Turbine 013	536456	5853925	5.36 (9.03)	15.49 (14.89)	15.23 (14.45)
Turbine 014	537069	5853519	5.43 (8.99)	15.48 (14.90)	15.22 (14.46)
Turbine 015	537682	5853114	5.36 (8.85)	15.49 (14.92)	15.23 (14.49)
Turbine 016	538296	5852709	5.26 (8.67)	15.51 (14.95)	15.25 (14.53)
Turbine 017	538909	5852303	5.24 (8.51)	15.51 (14.98)	15.26 (14.56)
Turbine 018	539522	5851898	5.25 (8.33)	15.51 (15.01)	15.25 (14.60)
Turbine 019	540136	5851493	5.06 (7.93)	15.54 (15.07)	15.30 (14.68)
Turbine 020	540749	5851088	5.02 (7.57)	15.55 (15.13)	15.30 (14.76)
Turbine 021	541362	5850682	4.76 (6.91)	15.59 (15.24)	15.36 (14.90)
Turbine 022	541976	5850277	4.40 (6.22)	15.65 (15.35)	15.44 (15.05)
Turbine 023	542589	5849872	3.05 (4.60)	15.87 (15.62)	15.72 (15.39)
Turbine 024	529052	5858047	4.15 (6.30)	15.69 (15.34)	15.49 (15.03)
Turbine 025	529665	5857642	5.56 (7.90)	15.46 (15.08)	15.19 (14.69)
Turbine 026	530278	5857237	5.92 (8.41)	15.40 (14.99)	15.11 (14.58)
Turbine 027	530892	5856831	6.10 (8.72)	15.37 (14.95)	15.07 (14.52)
Turbine 028	531505	5856426	6.22 (8.88)	15.35 (14.92)	15.05 (14.48)
Turbine 029	532118	5856021	6.28 (9.04)	15.34 (14.89)	15.03 (14.45)
Turbine 030	532732	5855616	6.28 (9.07)	15.34 (14.89)	15.03 (14.44)
Turbine 031	533345	5855210	6.34 (9.17)	15.33 (14.87)	15.02 (14.42)
Turbine 032	533958	5854805	6.32 (9.15)	15.34 (14.87)	15.03 (14.42)
Turbine 033	534572	5854400	6.35 (9.19)	15.33 (14.87)	15.02 (14.42)
Turbine 034	535185	5853994	6.34 (9.15)	15.33 (14.87)	15.02 (14.43)
Turbine 035	535798	5853589	6.37 (9.16)	15.33 (14.87)	15.02 (14.42)
Turbine 036	536412	5853184	6.29 (9.05)	15.34 (14.89)	15.03 (14.45)
Turbine 037	537025	5852779	6.27 (8.95)	15.34 (14.91)	15.04 (14.47)
Turbine 038	537638	5852373	6.20 (8.82)	15.36 (14.93)	15.05 (14.50)
Turbine 039	538251	5851968	6.19 (8.72)	15.36 (14.94)	15.05 (14.52)
Turbine 040	538865	5851563	6.06 (8.48)	15.38 (14.98)	15.08 (14.57)
Turbine 041	539478	5851157	5.98 (8.22)	15.39 (15.03)	15.10 (14.62)
Turbine 042	540091	5850752	5.75 (7.86)	15.43 (15.09)	15.15 (14.70)
Turbine 043	540705	5850347	5.60 (7.48)	15.46 (15.15)	15.18 (14.78)
Turbine 044	541318	5849941	5.14 (6.80)	15.53 (15.26)	15.28 (14.92)
Turbine 045	541931	5849536	4.26 (5.71)	15.67 (15.44)	15.46 (15.16)
Turbine 046	529007	5857307	4.33 (6.15)	15.66 (15.36)	15.45 (15.06)
Turbine 047	529621	5856901	5.50 (7.45)	15.47 (15.15)	15.20 (14.79)
Turbine 048	530234	5856496	5.78 (7.82)	15.43 (15.09)	15.14 (14.71)
Turbine 049	530847	5856091	5.92 (8.03)	15.40 (15.06)	15.11 (14.66)
Turbine 050	531461	5855685	6.04 (8.23)	15.38 (15.02)	15.09 (14.62)
Turbine 051	532074	5855280	6.10 (8.32)	15.37 (15.01)	15.07 (14.60)
Turbine 052	532687	5854875	6.16 (8.42)	15.36 (14.99)	15.06 (14.58)
Turbine 053	533301	5854469	6.23 (8.49)	15.35 (14.98)	15.05 (14.56)
Turbine 054	533914	5854064	6.22 (8.53)	15.35 (14.98)	15.05 (14.56)
Turbine 055	534527	5853659	6.25 (8.53)	15.35 (14.98)	15.04 (14.56)
Turbine 056	535141	5853254	6.23 (8.50)	15.35 (14.98)	15.05 (14.56)
Turbine 057	535754	5852848	6.23 (8.45)	15.35 (14.99)	15.05 (14.57)
Turbine 058	536367	5852443	6.18 (8.37)	15.36 (15.00)	15.06 (14.59)
Turbine 059	536981	5852038	6.15 (8.27)	15.37 (15.02)	15.06 (14.61)
Turbine 060	537594	5851632	6.05 (8.12)	15.38 (15.04)	15.08 (14.64)
Turbine 061	538207	5851227	5.99 (7.99)	15.39 (15.06)	15.10 (14.67)
Turbine 062	538820	5850822	5.85 (7.73)	15.41 (15.11)	15.13 (14.73)
Turbine 063	539434	5850417	5.74 (7.53)	15.43 (15.14)	15.15 (14.77)
Turbine 064	540047	5850011	5.51 (7.16)	15.47 (15.20)	15.20 (14.85)

...					
Turbine 065	540660	5849606	5.20 (6.72)	15.52 (15.27)	15.27 (14.94)
Turbine 066	541274	5849201	4.66 (6.00)	15.61 (15.39)	15.38 (15.10)
Turbine 067	541887	5848795	3.18 (4.39)	15.85 (15.65)	15.70 (15.44)
Turbine 068	528963	5856566	3.66 (5.23)	15.77 (15.52)	15.59 (15.26)
Turbine 069	529576	5856160	4.29 (5.93)	15.67 (15.40)	15.46 (15.11)
Turbine 070	530190	5855755	4.54 (6.28)	15.63 (15.34)	15.41 (15.04)
Turbine 071	530803	5855350	4.70 (6.51)	15.60 (15.31)	15.37 (14.99)
Turbine 072	531416	5854945	4.83 (6.66)	15.58 (15.28)	15.34 (14.95)
Turbine 073	532030	5854539	4.89 (6.77)	15.57 (15.26)	15.33 (14.93)
Turbine 074	532643	5854134	4.88 (6.80)	15.57 (15.26)	15.33 (14.93)
Turbine 075	533256	5853729	4.93 (6.83)	15.56 (15.25)	15.32 (14.92)
Turbine 076	533870	5853323	4.96 (6.88)	15.56 (15.25)	15.32 (14.91)
Turbine 077	534483	5852918	4.96 (6.84)	15.56 (15.25)	15.32 (14.92)
Turbine 078	535096	5852513	4.94 (6.82)	15.56 (15.26)	15.32 (14.92)
Turbine 079	535710	5852107	4.81 (6.65)	15.59 (15.28)	15.35 (14.96)
Turbine 080	536323	5851702	4.89 (6.70)	15.57 (15.27)	15.33 (14.95)
Turbine 081	536936	5851297	4.83 (6.58)	15.58 (15.29)	15.34 (14.97)
Turbine 082	537550	5850892	4.78 (6.48)	15.59 (15.31)	15.36 (14.99)
Turbine 083	538163	5850486	4.69 (6.31)	15.60 (15.34)	15.37 (15.03)
Turbine 084	538776	5850081	4.54 (6.08)	15.63 (15.38)	15.41 (15.08)
Turbine 085	539389	5849676	4.43 (5.90)	15.65 (15.41)	15.43 (15.12)
Turbine 086	540003	5849270	4.19 (5.55)	15.69 (15.46)	15.48 (15.19)
Turbine 087	540616	5848865	3.81 (5.06)	15.75 (15.54)	15.56 (15.29)
Turbine 088	541229	5848460	3.08 (4.21)	15.87 (15.68)	15.72 (15.48)
Turbine 089	542633	5850612	4.83 (6.69)	15.58 (15.28)	15.34 (14.95)
Wind farm	-	-	5.30 (7.64)	1380 (1346)	1357 (1312)

Table 8: Calculated wake losses and yields for variant C

Values between brackets include losses from the Airtricity farm.

Site	E [m]	N [m]	Wake loss optimistic [%]	Yield optimistic [GWhr/year]	Yield conservative [GWhr/year]
Turbine 001	529054	5858789	2.13 (4.34)	22.48 (21.97)	22.33 (21.67)
Turbine 002	529895	5858233	2.87 (5.38)	22.31 (21.73)	22.11 (21.36)
Turbine 003	530736	5857677	3.33 (6.06)	22.20 (21.58)	21.97 (21.16)
Turbine 004	531577	5857122	3.43 (6.29)	22.18 (21.52)	21.94 (21.09)
Turbine 005	532418	5856566	3.60 (6.54)	22.14 (21.47)	21.89 (21.01)
Turbine 006	533259	5856010	3.69 (6.68)	22.12 (21.43)	21.87 (20.97)
Turbine 007	534100	5855454	3.73 (6.78)	22.11 (21.41)	21.85 (20.94)
Turbine 008	534941	5854899	3.68 (6.73)	22.12 (21.42)	21.87 (20.96)
Turbine 009	535782	5854343	3.73 (6.77)	22.11 (21.41)	21.85 (20.95)
Turbine 010	536623	5853787	3.74 (6.73)	22.11 (21.42)	21.85 (20.96)
Turbine 011	537464	5853231	3.66 (6.58)	22.13 (21.46)	21.87 (21.00)
Turbine 012	538305	5852676	3.44 (6.27)	22.18 (21.53)	21.94 (21.10)
Turbine 013	539146	5852120	3.40 (6.09)	22.19 (21.57)	21.95 (21.15)
Turbine 014	539987	5851564	3.50 (5.95)	22.17 (21.60)	21.92 (21.19)
Turbine 015	540828	5851009	3.09 (5.20)	22.26 (21.77)	22.04 (21.42)
Turbine 016	541669	5850453	2.80 (4.49)	22.33 (21.94)	22.13 (21.63)
Turbine 017	542510	5849897	2.05 (3.43)	22.50 (22.18)	22.36 (21.94)
Turbine 018	528954	5857722	2.25 (3.98)	22.45 (22.05)	22.30 (21.78)
Turbine 019	529795	5857167	3.14 (5.02)	22.25 (21.82)	22.03 (21.47)
Turbine 020	530636	5856611	3.65 (5.64)	22.13 (21.67)	21.88 (21.28)
Turbine 021	531477	5856055	3.83 (5.91)	22.09 (21.61)	21.82 (21.20)
Turbine 022	532318	5855500	4.03 (6.17)	22.04 (21.55)	21.77 (21.13)
Turbine 023	533159	5854944	4.05 (6.20)	22.04 (21.54)	21.76 (21.12)
Turbine 024	534000	5854388	4.14 (6.30)	22.02 (21.52)	21.73 (21.09)
Turbine 025	534841	5853832	4.14 (6.28)	22.02 (21.53)	21.73 (21.09)
Turbine 026	535681	5853277	4.12 (6.20)	22.02 (21.54)	21.74 (21.12)
Turbine 027	536522	5852721	4.08 (6.12)	22.03 (21.56)	21.75 (21.14)
Turbine 028	537363	5852165	4.02 (5.99)	22.05 (21.59)	21.77 (21.18)
Turbine 029	538204	5851609	3.89 (5.77)	22.08 (21.64)	21.81 (21.25)
Turbine 030	539045	5851054	3.80 (5.55)	22.10 (21.69)	21.83 (21.31)
Turbine 031	539886	5850498	3.64 (5.23)	22.13 (21.77)	21.88 (21.41)
Turbine 032	540727	5849942	3.40 (4.81)	22.19 (21.86)	21.95 (21.53)
Turbine 033	541568	5849387	2.78 (3.98)	22.33 (22.05)	22.14 (21.78)
Turbine 034	529694	5856100	2.48 (3.90)	22.40 (22.07)	22.23 (21.80)
Turbine 035	530535	5855545	2.89 (4.39)	22.30 (21.96)	22.11 (21.66)
Turbine 036	531376	5854989	2.96 (4.52)	22.29 (21.93)	22.09 (21.62)
Turbine 037	532217	5854433	2.98 (4.59)	22.28 (21.91)	22.08 (21.60)
Turbine 038	533058	5853878	3.13 (4.78)	22.25 (21.87)	22.03 (21.54)
Turbine 039	533899	5853322	3.14 (4.81)	22.25 (21.86)	22.03 (21.53)
Turbine 040	534740	5852766	3.16 (4.82)	22.24 (21.86)	22.02 (21.53)
Turbine 041	535581	5852210	3.12 (4.73)	22.25 (21.88)	22.04 (21.55)
Turbine 042	536422	5851655	3.03 (4.58)	22.27 (21.92)	22.06 (21.60)
Turbine 043	537263	5851099	3.01 (4.50)	22.28 (21.94)	22.07 (21.63)
Turbine 044	538104	5850543	2.98 (4.41)	22.28 (21.96)	22.08 (21.65)
Turbine 045	538945	5849987	2.85 (4.18)	22.31 (22.01)	22.12 (21.72)
Turbine 046	539786	5849432	2.66 (3.89)	22.36 (22.07)	22.17 (21.81)
Turbine 047	540627	5848876	2.34 (3.44)	22.43 (22.18)	22.27 (21.94)
Turbine 048	541468	5848320	1.75 (2.71)	22.57 (22.35)	22.45 (22.16)
Wind farm	-	-	3.28 (5.29)	1066 (1044)	1055 (1027)

Table 9: Calculated wake losses and yields for variant D

Values between brackets include losses from the Airtricity farm.

Site	E [m]	N [m]	Wake loss optimistic [%]	Yield optimistic [GWhr/year]	Yield conservative [GWhr/year]
Turbine 001	528845	5858930	2.13 (3.90)	22.48 (22.07)	22.33 (21.80)
Turbine 002	529529	5858478	3.09 (5.13)	22.26 (21.79)	22.04 (21.44)
Turbine 003	530212	5858027	3.80 (5.96)	22.10 (21.60)	21.83 (21.19)
Turbine 004	530895	5857575	4.12 (6.42)	22.02 (21.49)	21.74 (21.05)
Turbine 005	531579	5857124	4.31 (6.71)	21.98 (21.43)	21.68 (20.97)
Turbine 006	532262	5856672	4.39 (6.84)	21.96 (21.40)	21.66 (20.93)
Turbine 007	532945	5856221	4.53 (7.03)	21.93 (21.35)	21.62 (20.87)
Turbine 008	533628	5855769	4.55 (7.04)	21.92 (21.35)	21.61 (20.87)
Turbine 009	534312	5855318	4.62 (7.15)	21.91 (21.33)	21.59 (20.83)
Turbine 010	534995	5854866	4.53 (7.09)	21.93 (21.34)	21.61 (20.85)
Turbine 011	535678	5854415	4.60 (7.14)	21.91 (21.33)	21.59 (20.83)
Turbine 012	536362	5853963	4.54 (7.02)	21.93 (21.36)	21.61 (20.87)
Turbine 013	537045	5853512	4.57 (7.01)	21.92 (21.36)	21.60 (20.87)
Turbine 014	537728	5853060	4.48 (6.90)	21.94 (21.38)	21.63 (20.91)
Turbine 015	538411	5852609	4.50 (6.81)	21.94 (21.40)	21.63 (20.93)
Turbine 016	539095	5852157	4.31 (6.53)	21.98 (21.47)	21.68 (21.02)
Turbine 017	539778	5851706	4.30 (6.39)	21.98 (21.50)	21.68 (21.06)
Turbine 018	540461	5851254	4.11 (5.95)	22.02 (21.60)	21.74 (21.19)
Turbine 019	541145	5850802	4.02 (5.60)	22.04 (21.68)	21.77 (21.30)
Turbine 020	541828	5850351	3.42 (4.75)	22.18 (21.88)	21.95 (21.55)
Turbine 021	542511	5849899	2.55 (3.66)	22.38 (22.13)	22.21 (21.87)
Turbine 022	529349	5857464	3.49 (4.99)	22.17 (21.82)	21.93 (21.48)
Turbine 023	530033	5857013	4.42 (5.96)	21.95 (21.60)	21.65 (21.19)
Turbine 024	530716	5856561	4.65 (6.24)	21.90 (21.54)	21.58 (21.11)
Turbine 025	531399	5856110	4.88 (6.55)	21.85 (21.46)	21.51 (21.01)
Turbine 026	532082	5855658	4.96 (6.69)	21.83 (21.43)	21.49 (20.97)
Turbine 027	532766	5855207	5.05 (6.80)	21.81 (21.41)	21.46 (20.94)
Turbine 028	533449	5854755	5.05 (6.83)	21.81 (21.40)	21.46 (20.93)
Turbine 029	534132	5854304	5.15 (6.95)	21.79 (21.37)	21.43 (20.89)
Turbine 030	534816	5853852	5.11 (6.87)	21.79 (21.39)	21.44 (20.92)
Turbine 031	535499	5853401	5.11 (6.89)	21.79 (21.39)	21.44 (20.91)
Turbine 032	536182	5852949	5.04 (6.75)	21.81 (21.42)	21.46 (20.95)
Turbine 033	536865	5852497	5.08 (6.77)	21.80 (21.41)	21.45 (20.95)
Turbine 034	537549	5852046	4.93 (6.58)	21.83 (21.46)	21.49 (21.00)
Turbine 035	538232	5851594	4.93 (6.51)	21.84 (21.47)	21.50 (21.02)
Turbine 036	538915	5851143	4.77 (6.29)	21.87 (21.52)	21.54 (21.09)
Turbine 037	539599	5850691	4.68 (6.06)	21.89 (21.58)	21.57 (21.16)
Turbine 038	540282	5850240	4.44 (5.72)	21.95 (21.65)	21.64 (21.26)
Turbine 039	540965	5849788	4.17 (5.37)	22.01 (21.73)	21.72 (21.36)
Turbine 040	541649	5849337	3.28 (4.29)	22.22 (21.98)	21.99 (21.69)
Turbine 041	529170	5856450	2.98 (4.14)	22.28 (22.02)	22.08 (21.73)
Turbine 042	529853	5855999	3.51 (4.74)	22.16 (21.88)	21.92 (21.55)
Turbine 043	530537	5855547	3.72 (4.99)	22.11 (21.82)	21.86 (21.48)
Turbine 044	531220	5855095	3.83 (5.13)	22.09 (21.79)	21.82 (21.43)
Turbine 045	531903	5854644	3.89 (5.23)	22.07 (21.77)	21.81 (21.41)
Turbine 046	532586	5854192	3.94 (5.30)	22.06 (21.75)	21.79 (21.39)
Turbine 047	533270	5853741	4.00 (5.36)	22.05 (21.74)	21.77 (21.37)
Turbine 048	533953	5853289	4.01 (5.38)	22.05 (21.73)	21.77 (21.36)
Turbine 049	534636	5852838	4.03 (5.37)	22.04 (21.73)	21.77 (21.36)
Turbine 050	535320	5852386	3.99 (5.34)	22.05 (21.74)	21.78 (21.37)
Turbine 051	536003	5851935	3.98 (5.31)	22.05 (21.75)	21.78 (21.38)
Turbine 052	536686	5851483	3.93 (5.19)	22.07 (21.78)	21.80 (21.42)
Turbine 053	537369	5851032	3.83 (5.05)	22.09 (21.81)	21.83 (21.46)
Turbine 054	538053	5850580	3.77 (4.96)	22.10 (21.83)	21.84 (21.49)
Turbine 055	538736	5850129	3.65 (4.80)	22.13 (21.87)	21.88 (21.53)
Turbine 056	539419	5849677	3.50 (4.53)	22.16 (21.93)	21.92 (21.62)
Turbine 057	540103	5849226	3.27 (4.27)	22.22 (21.99)	21.99 (21.69)
Turbine 058	540786	5848774	2.88 (3.81)	22.31 (22.09)	22.11 (21.83)
Turbine 059	541469	5848323	2.17 (2.98)	22.47 (22.28)	22.32 (22.08)
Wind farm	-	-	4.13 (5.80)	1299 (1277)	1282 (1253)

2 Electrical evaluation

2.1 Choice of electrical components

Table 10: Electrical configurations for Tromp Binnen options A-D

		Option A	Option B	Option C	Option D
Farm	P (MW)	201	320	240	295
	Nr of turbines	56	89	48	59
Turbine	P (MW)	3.6	3.6	5	5
	V (kV)	0.690	0.690	0.690	0.690
Turbine trafo	V (kV)	0.690 - 32	0.690 - 32	0.690 - 32	0.690 - 32
	S (MVA)	4	4	5.5	5.5
Turbine cable	V (kV)	32	32	32	32
	S (MVA)	26.6	26.6	26.6	26.6
	I max spec. (A)	480	480	480	480
	Nr. of cable sections	56	89	48	59
	Number of strings	6	8	6	6
	Max turb per string	2x6	2x6	2x5	2x5
	Length (km)	73.4	101.1	72.8	74.2
Trafo in farm	V (kV)	32 - 150	32 - 150	32 - 150	32 - 150
	S (MVA)	60	90	60	60
	Nr of trafos	6	4	6	6
Inductor	S (MVA)	50	50	50	50
	Nr of inductors	2	2	2	2
Cable to shore	V (kV)	150	150	150	150
	S (MVA)	190	190	190	190
	I max spec. (A)	732	732	732	732
	Nr. of cables	2	2	2	2
	Length (km)	89	89	89	89
Trafo grid station	V (kV)	150 - 380	150 - 380	150 - 380	150 - 380
	S (MVA)	190	190	190	190
	Nr of trafos	2	2	2	2

Table 10 lists the electrical configurations for the Tromp Binnen wind farm options A-D. The configurations are based on existing components, the component parameters have been supplied by manufacturers.

Remarks:

1. The cables in the wind farm are three-core EPR insulated, single wire armoured, 3x240 mm^2, 32 kV (rms,phph), 480 A max, 26.6 MVA cables manufactured by Pirelli Cables and Systems (cable external diameter: 107 mm).
2. The cable connection to shore consists of two parallel cables, three-core EPR insulated, single wire armoured, 3x630 mm^2, 150 kV (rms,phph), 732 A max, 190 MVA, manufactured by Pirelli Cables and Systems (cable external diameter: 214 mm).
3. Due to the relatively high capacitive current of the cable to shore, reactive power compensation in the wind farm is required.
4. The transformer parameters are based on normalised data supplied by Siemens Nederland.
5. The parameters of the inductors have been estimated from the transformer parameters.

2.2 Cable layout and position of the wind farm transformer platform

2.2.1 Preferred layouts

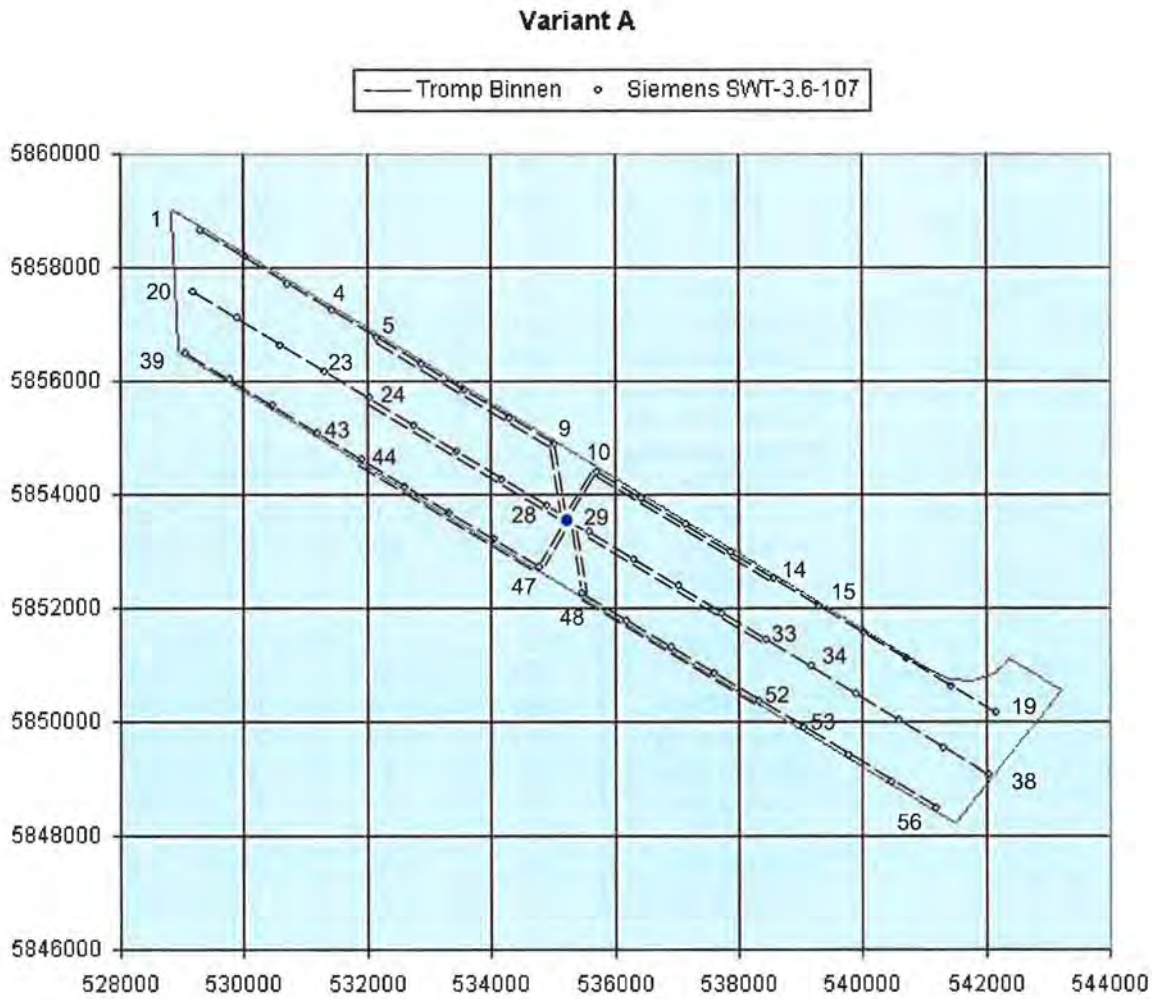


Figure 6: *Preferred layout of option A*

Remarks:

1. In the preferred layout the position of the transformer station is at the center of the wind farm.
2. The turbines are connected in strings of 8-12 turbines. Each string is connected by two cables, figures 6-9 show the location of the cables in each string. The two cables can possibly be layed in one operation to save costs. In the calculation of the investment costs, individual laying is assumed.
3. Figure 10 gives an overview of the length of the cable sections connecting the turbines to each other and to the transformer platform. Most sections connect two turbines, the sections in figure 10 which deviate from the most common value connect a turbine to the transformer station.

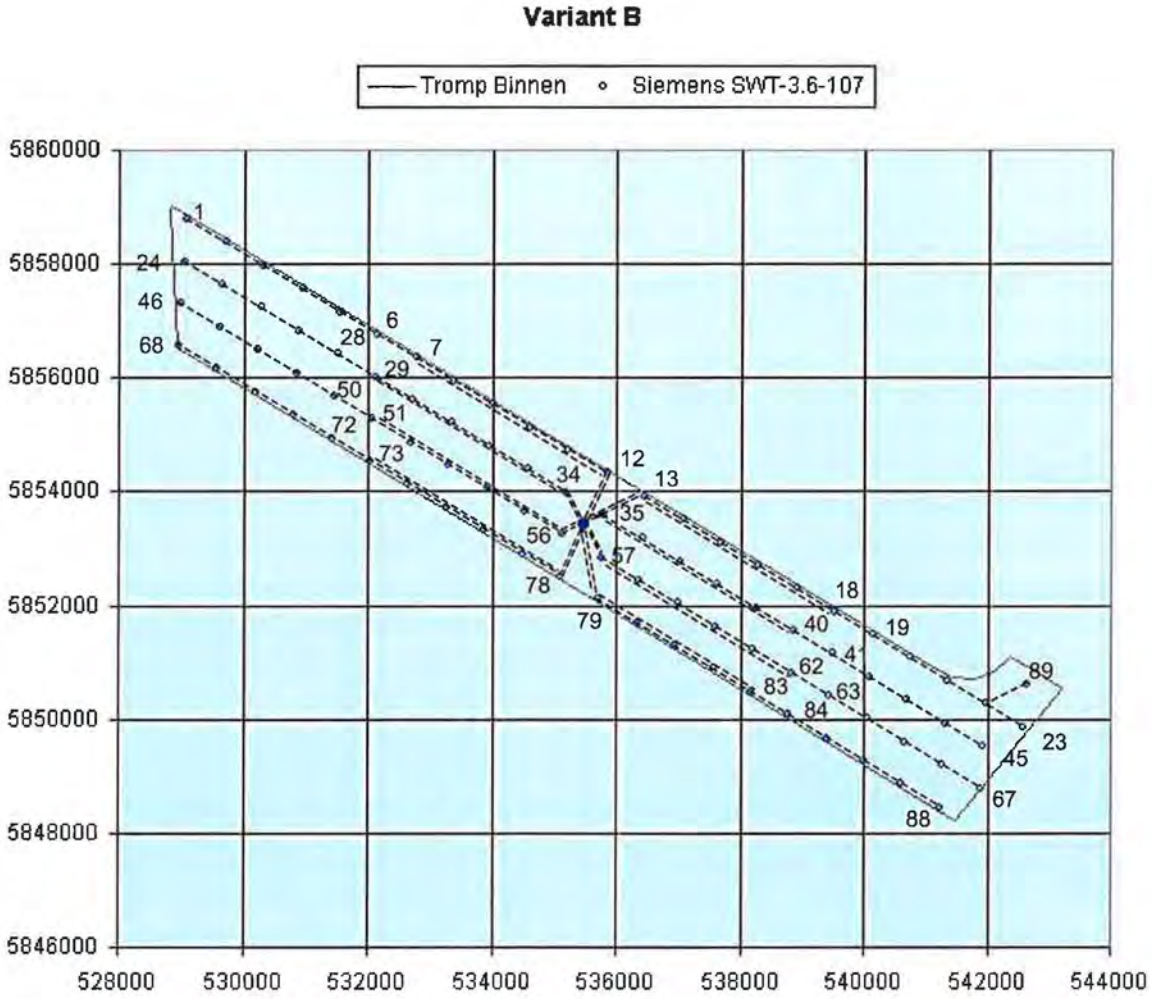


Figure 7: *Preferred layout of option B*

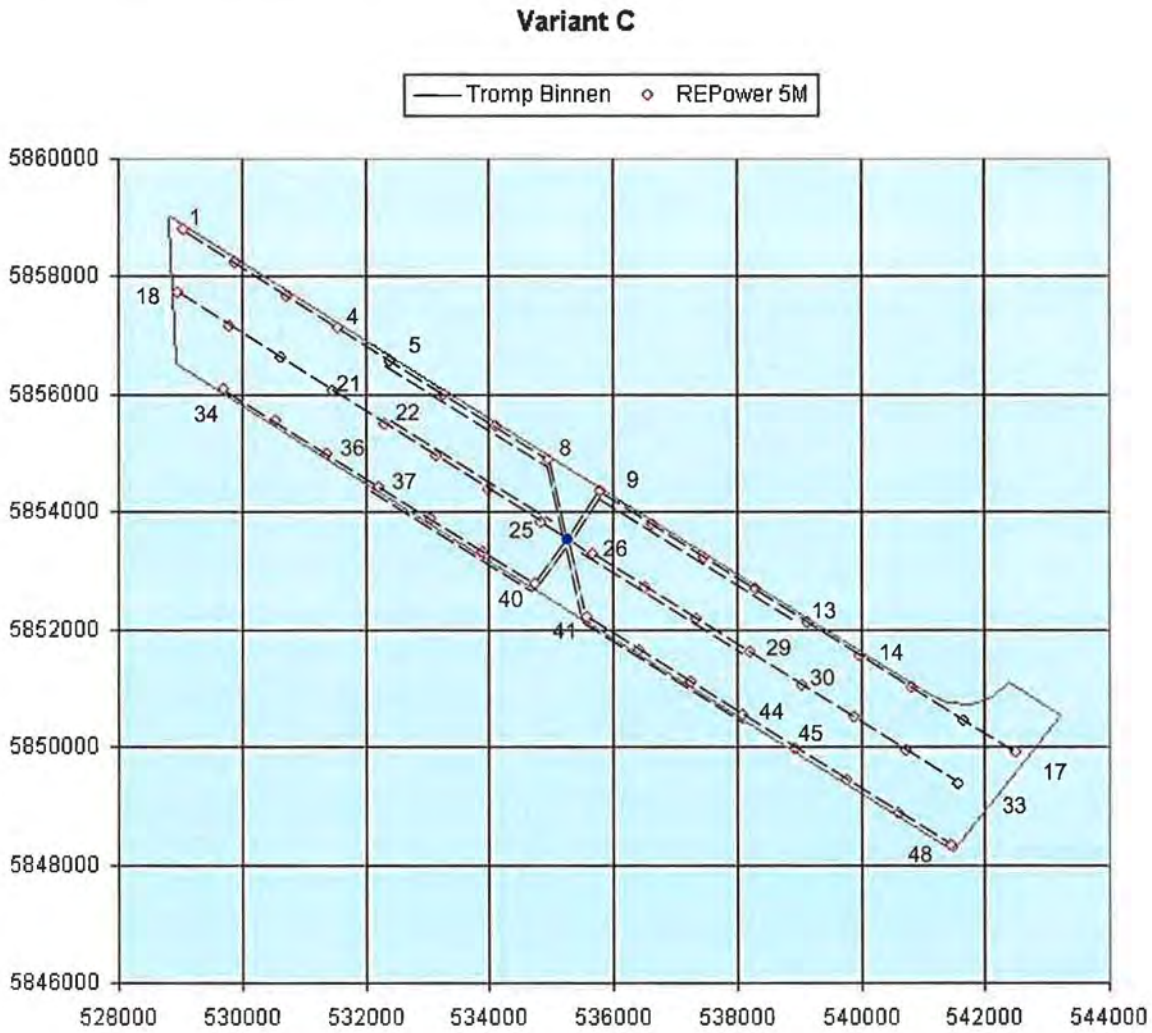


Figure 8: *Preferred layout of option C*

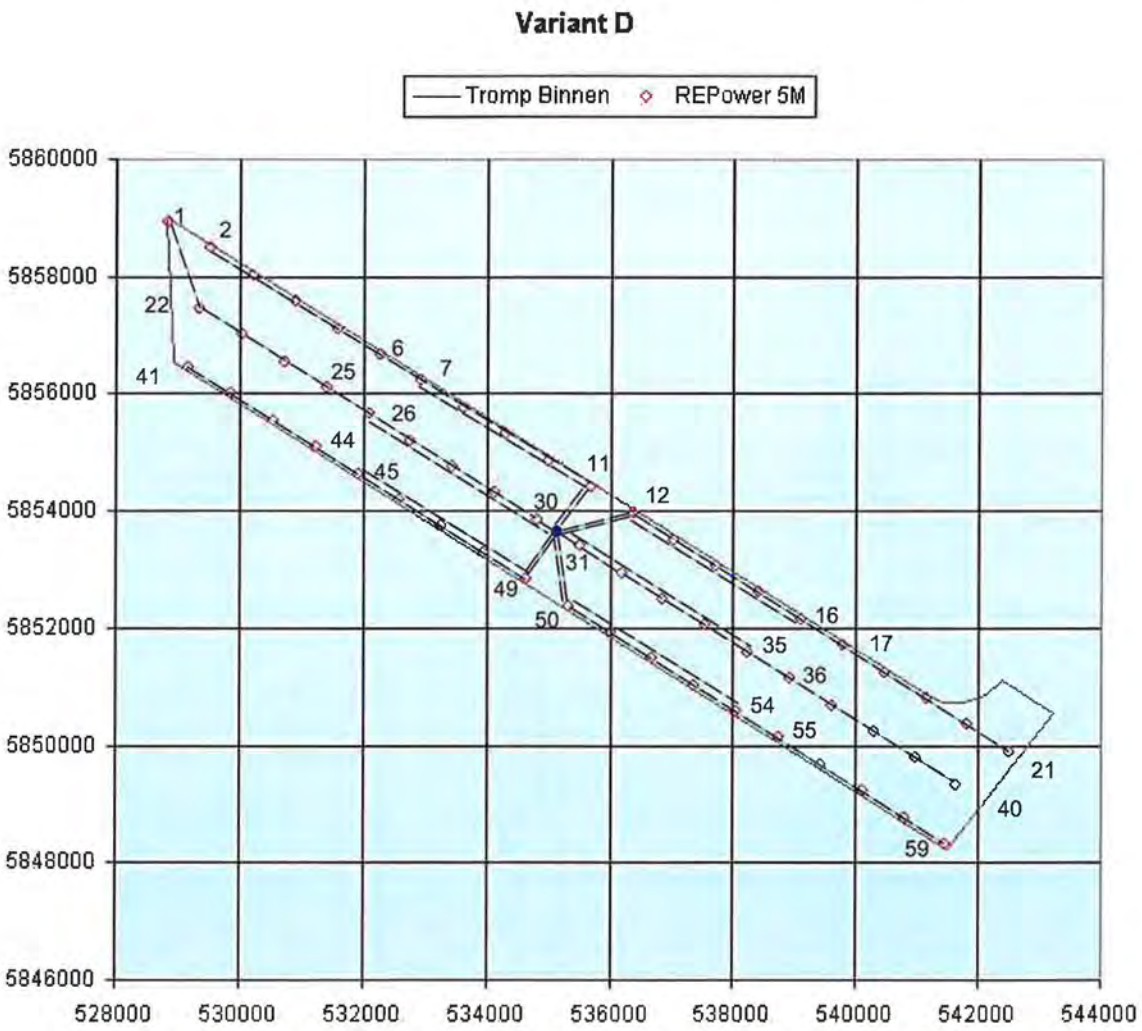


Figure 9: *Preferred layout of option D*

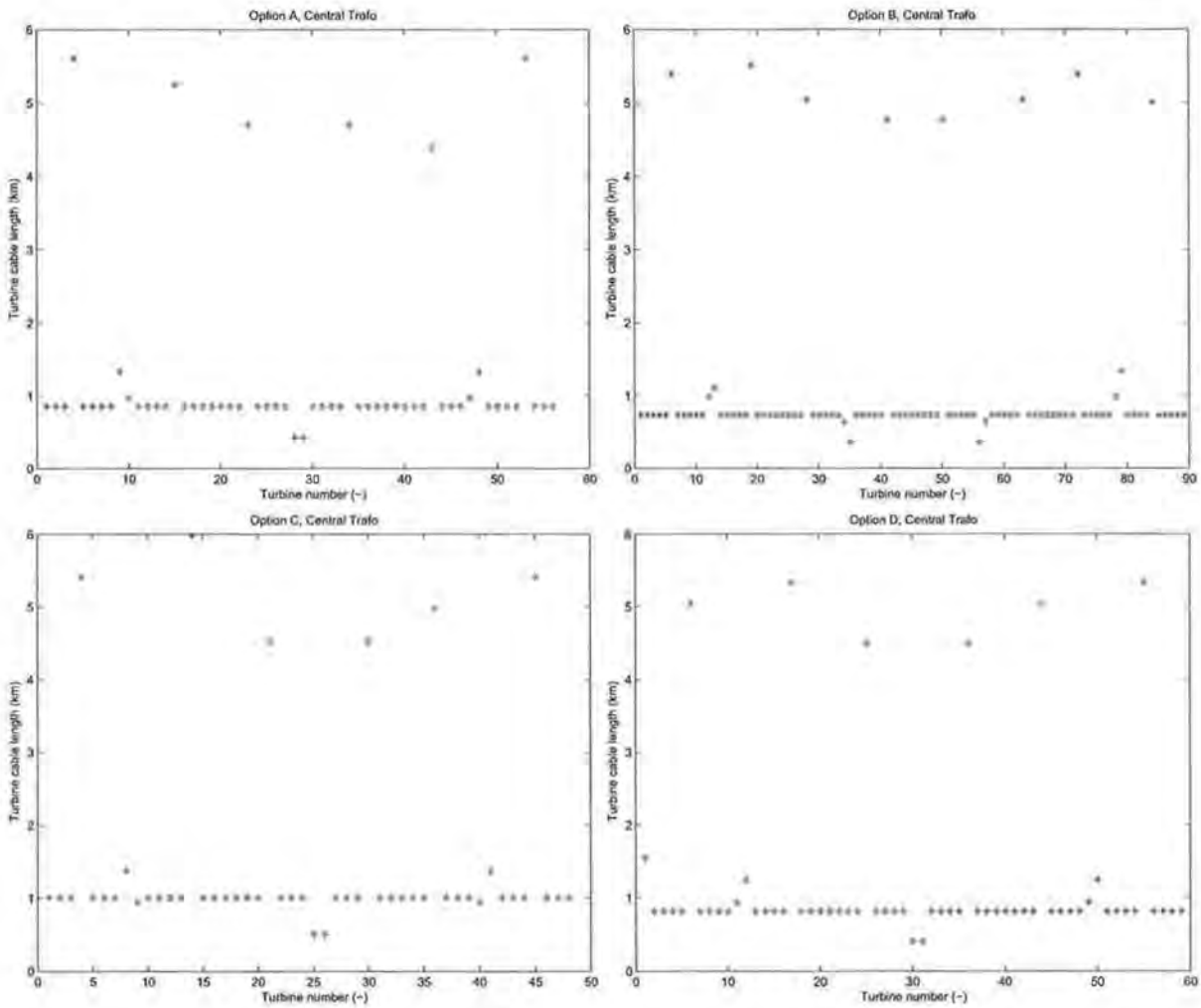


Figure 10: *Length of the cable sections in the preferred wind farm layouts*

2.3 EeFarm II calculation with P(V) curve

The electrical performance of each of the four wind farm options has been calculated. The objective is to determine a feasible electrical layout (voltage and current limitations). Optimizing the electrical systems was **not** part of the objective.

For each wind farm option an EeFarm model has been built. As an example, figure 11 gives the EeFarm model for option A of the RWE wind farm.

First, the electrical performance of the wind farm is determined with the power curve of the turbine as input. At rated power, the currents and voltages are checked to see if maximum currents or maximum voltage deviations are violated.

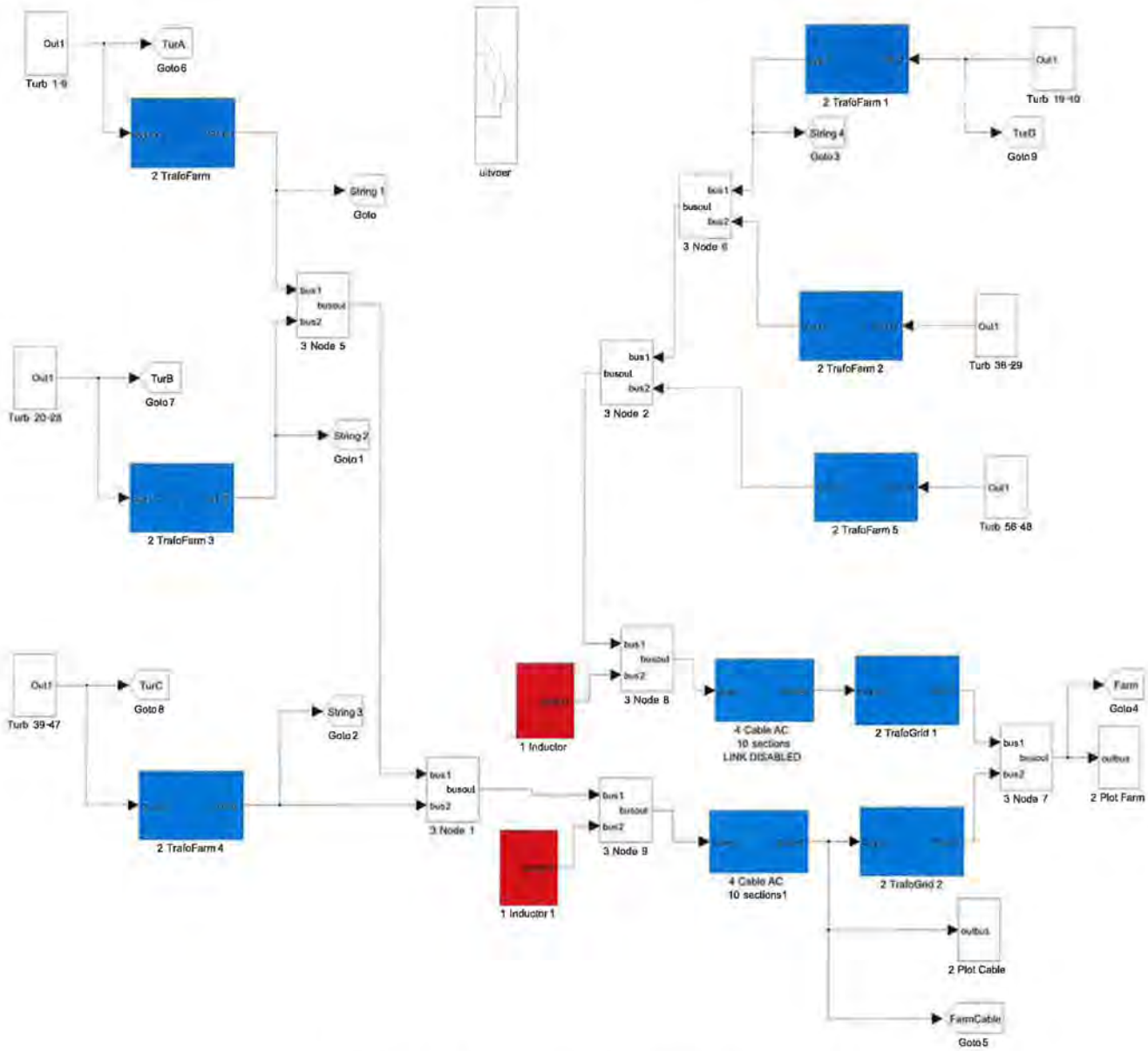


Figure 11: *EeFarm model of Tromp Binnen Option A*

Remarks:

1. The EeFarm model for Tromp Binnen includes the cables connecting the turbines, the wind farm transformers, the cables to shore and the transformers that connect the shore cables to the 380 kV grid.

2. EeFarm calculates the voltage and current phasor at each component (turbine generator, transformer and cable section) and at each node (connection point of two components), starting at the first turbine of a row (string) of turbines and ending at the transformer that connects the farm to the HV grid.

3. The phasor calculation is an approximation, no load flow calculation is executed. Since the voltage differences in the wind farm are small, the effect of the small errors in the voltage phasors on the wind farm currents and losses can be neglected.

4. The EeFarm calculation uses either the power curve of the turbine or the FluxFarm power output per wind speed and wind direction bin as an input.

5. EeFarm then calculates the voltage, current, power, reactive power and electric losses at each component, the total losses and the investment costs of the wind farm (partial or complete, depending if all component prices are known).

6. From the EeFarm results and the wind rose, the annual energy production is calculated. Combining FluxFarm and EeFarm gives a good estimation of the overall wind farm efficiency;

7. EeFarm can be used to compare and evaluate different electrical layouts.

8. In all EeFarm calculations the cable temperatures are assumed to be constant (55° C). The effect of the cable temperature on the cable resistance is about 30% (temperature range 20-95° C).

9. The cable to shore is modelled by ten π-sections to include the effect of decreasing capacitive current along the cable length. The number of π-sections has a significant effect on the accuracy of the calculation of losses in long AC cables. For the cables inside the farm a single π-section can be used (the voltage is lower and the length is less).

10. Turbines are producing power at a power factor of 1. Cable capacitive current from the wind farm side is supplied by inductors.

2.3.1 Option A PV-curve

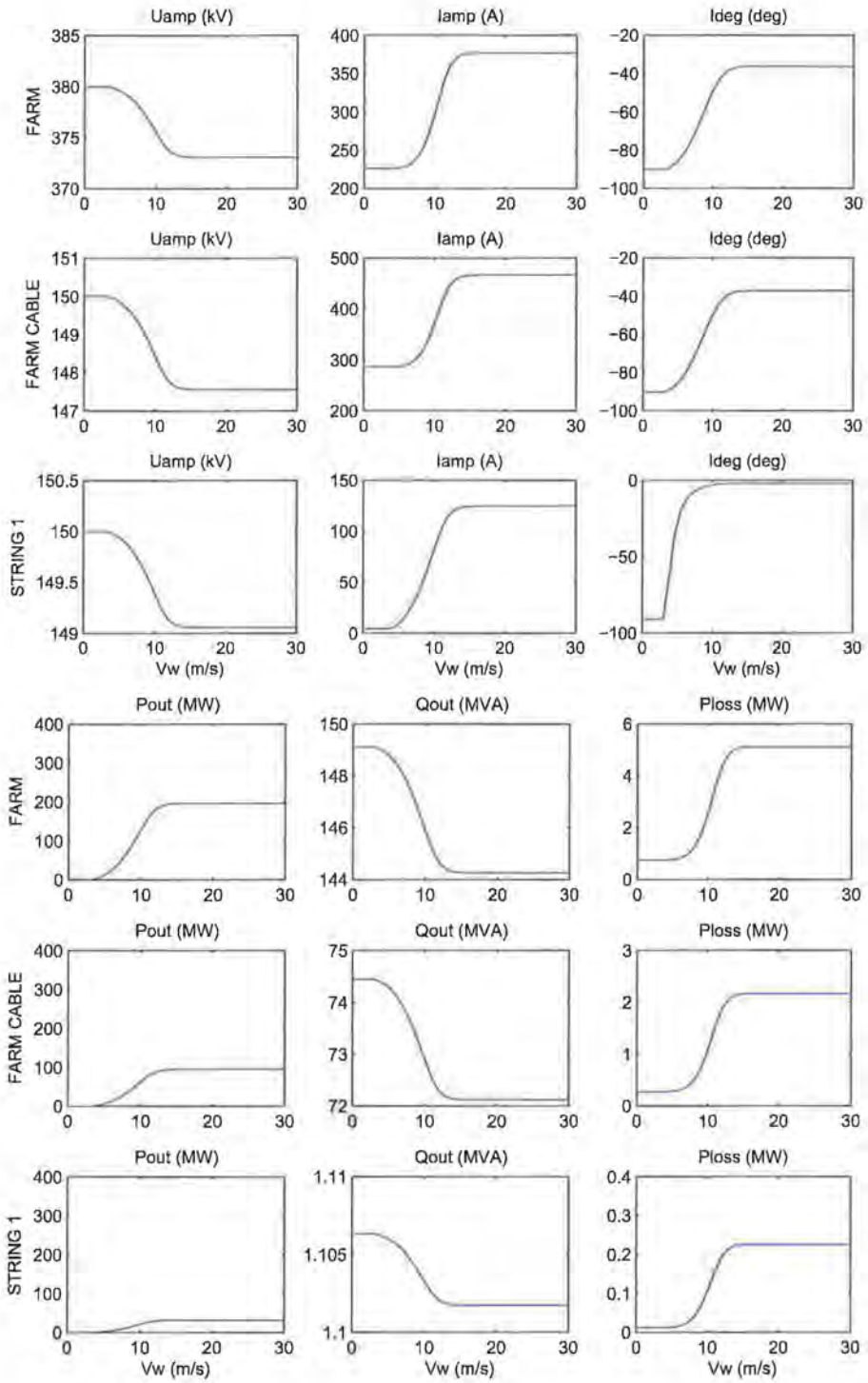


Figure 12: *EeFarm result option A for P(V) curve input*

Remarks:

1. Figures 12 to 15 show the voltage amplitude (Uamp), current amplitude (Iamp), current angle (Ideg, practically equal to the angle between voltage and current phasor, since the voltage angle is practically zero), the active and reactive power (Pout, Qout) and the

cummulative losses (Ploss) of the wind farm, at the output of one of the two cables to shore and at string 1 inside the farm.

2. The variables are plotted against the wind speed.

3. The voltage at the point of grid connection of the wind farm decreases with increasing wind farm power. This is due to the fact that in the EeFarm calculation the voltage at the turbines is assumed to be constant. In reality, the grid voltage is more or less constant and the turbine voltage will rise at increasing farm power. Since the voltage variations are small, about 2%, the effect on the currents and losses is small.

4. In option A, the cables to shore are only partly loaded due to the relatively large capacity of the two cables with respect to the wind farm power. A single cable of this type would be overloaded, however.

5. The electrical losses in the turbine (generator, low voltage cable and turbine transformer) are not included in the EeFarm model since the power curve is used as input and the curve already includes these losses.

2.3.2 Option B PV-curve

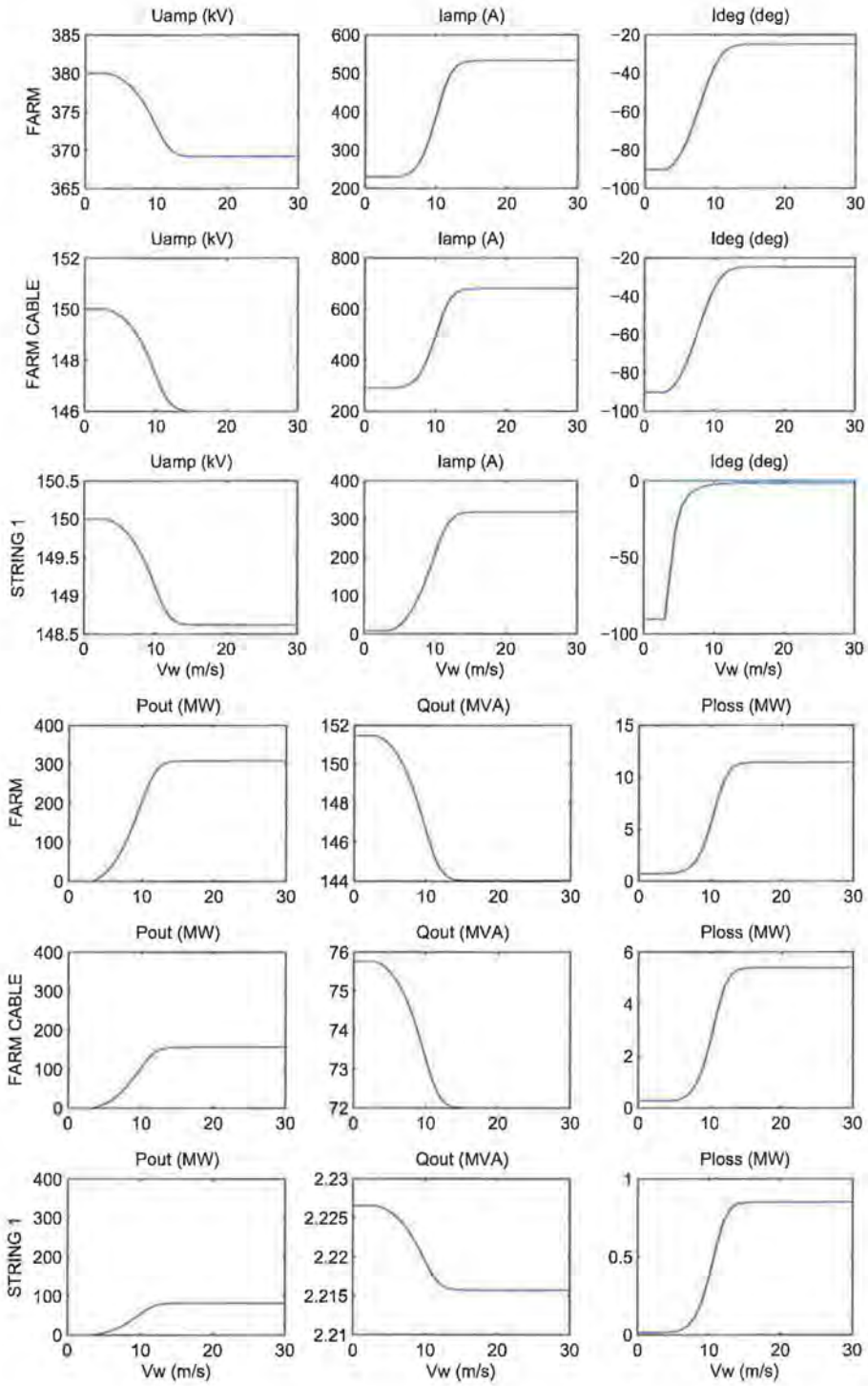


Figure 13: *EeFarm result option B for P(V) curve input*

2.3.3 Option C PV-curve

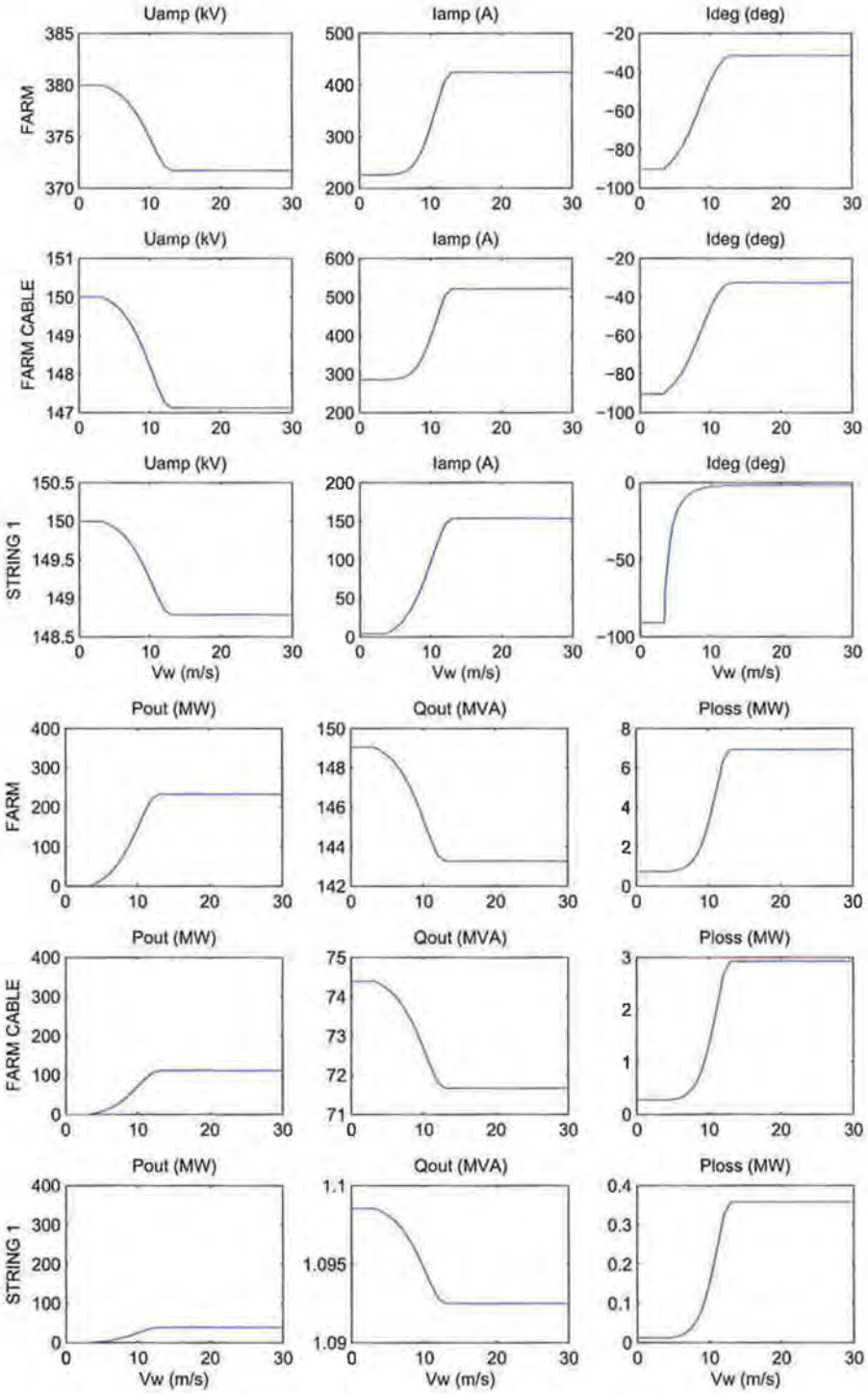


Figure 14: *EeFarm result option C for P(V) curve input*

2.3.4 Option D PV-curve

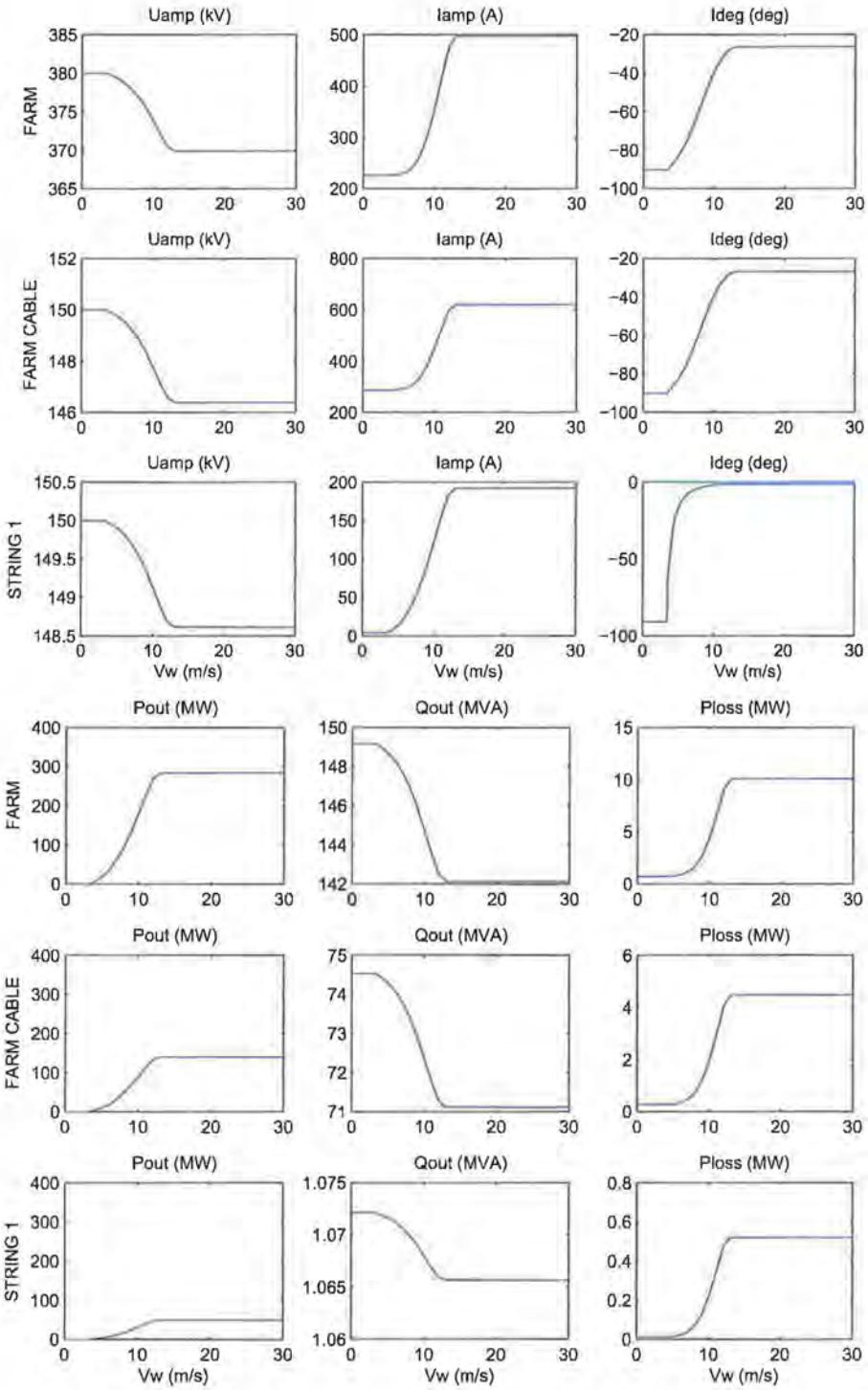


Figure 15: *EeFarm result option D for P(V) curve input*

2.4 Alternative layouts

An alternative location for the transformer platform in the South-East of the wind farm has been considered, see figures 16 to 19. This leads to much longer 32 kV cables in the wind farm. The cable to shore is shortened by about 9 km. The number of cables per string increases

to four.

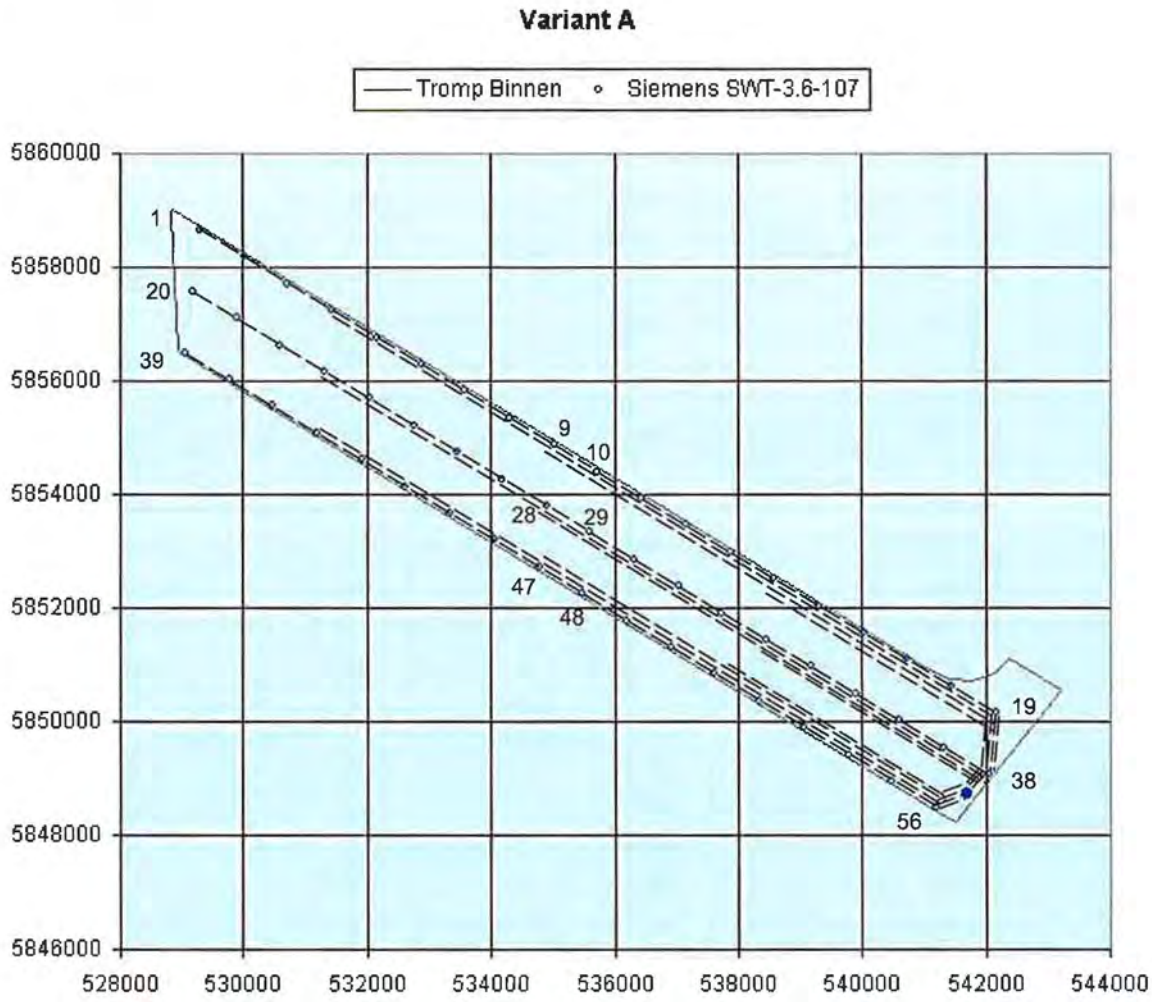


Figure 16: *Alternative layout of option A*

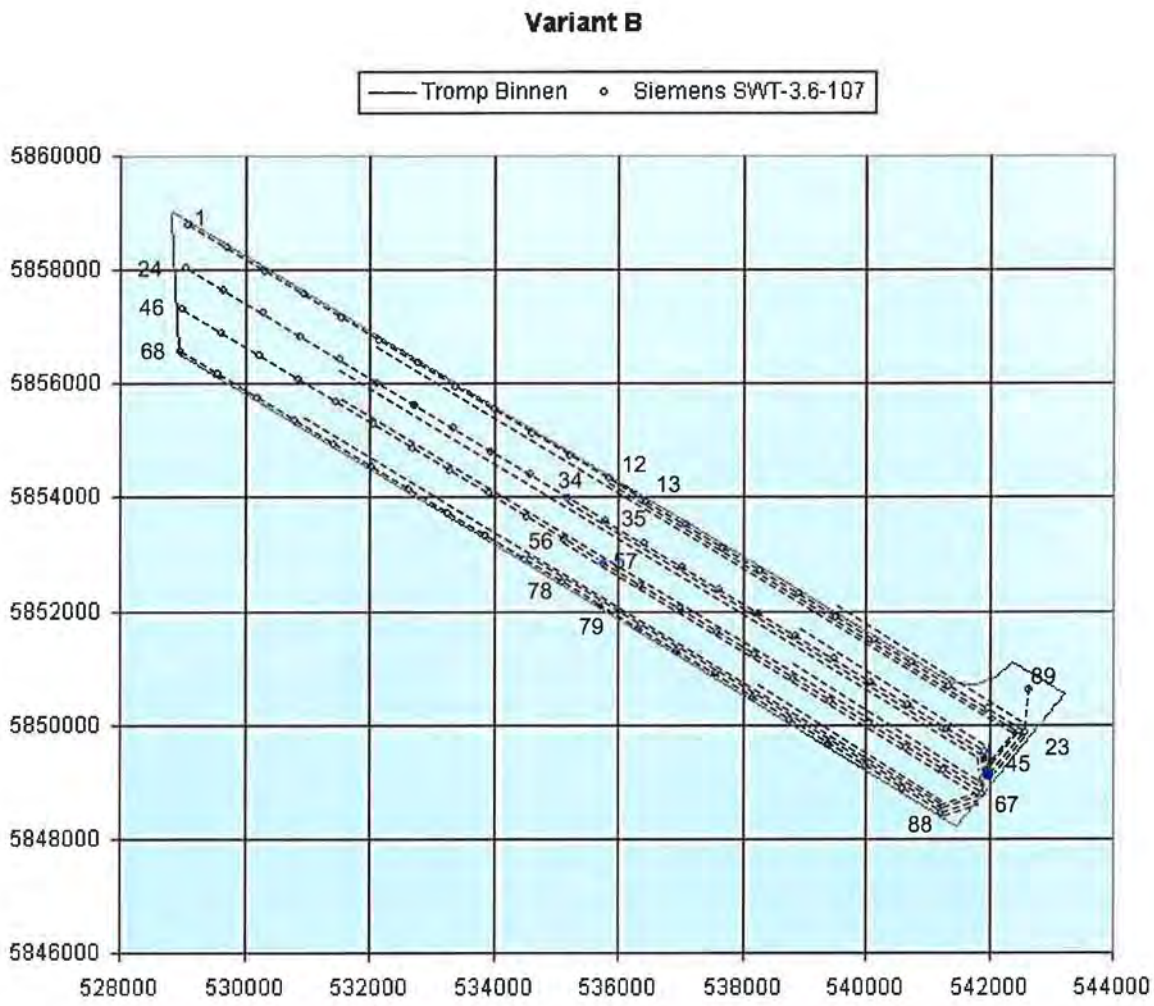


Figure 17: *Alternative layout of option B*

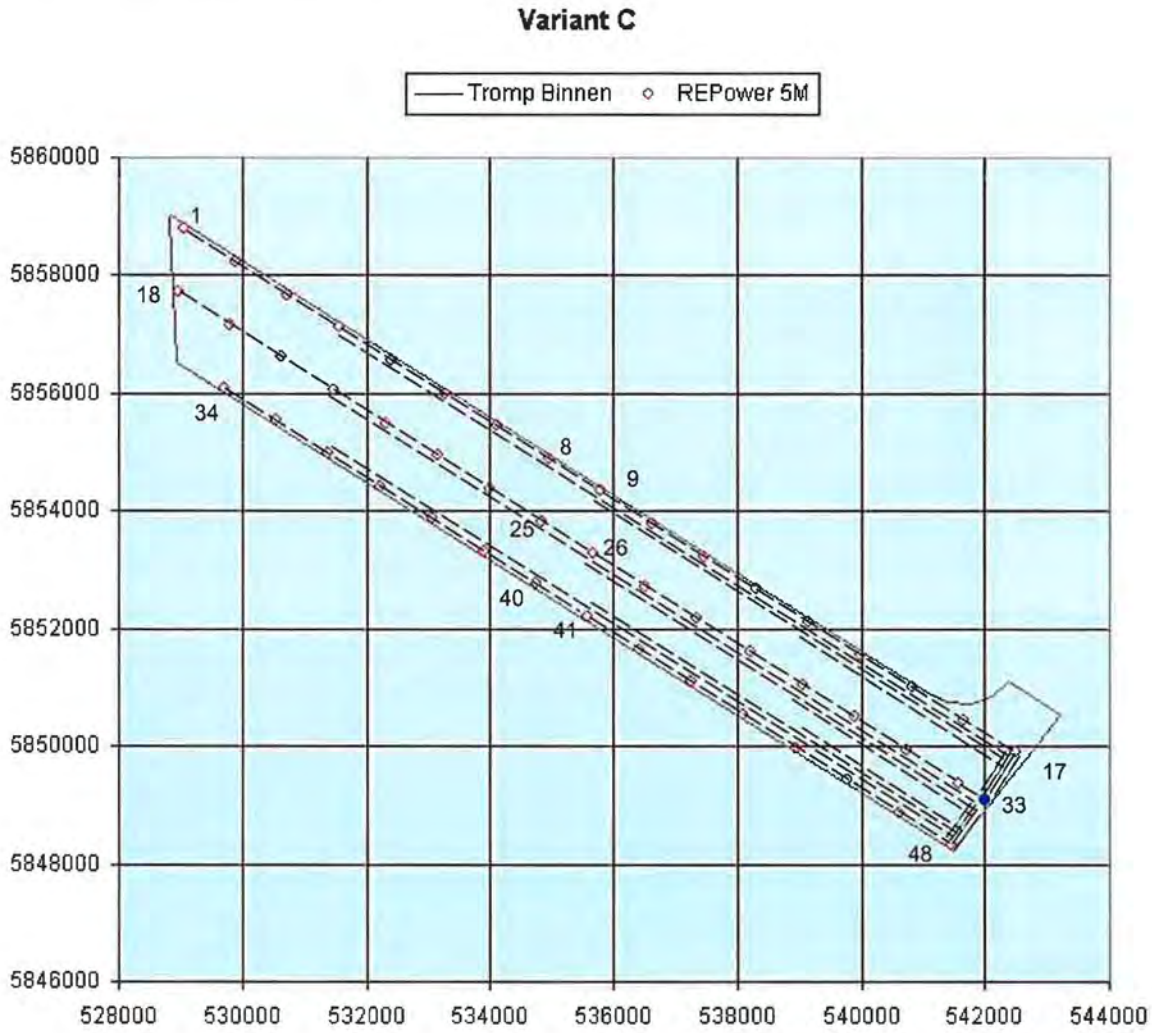


Figure 18: *Alternative layout of option C*

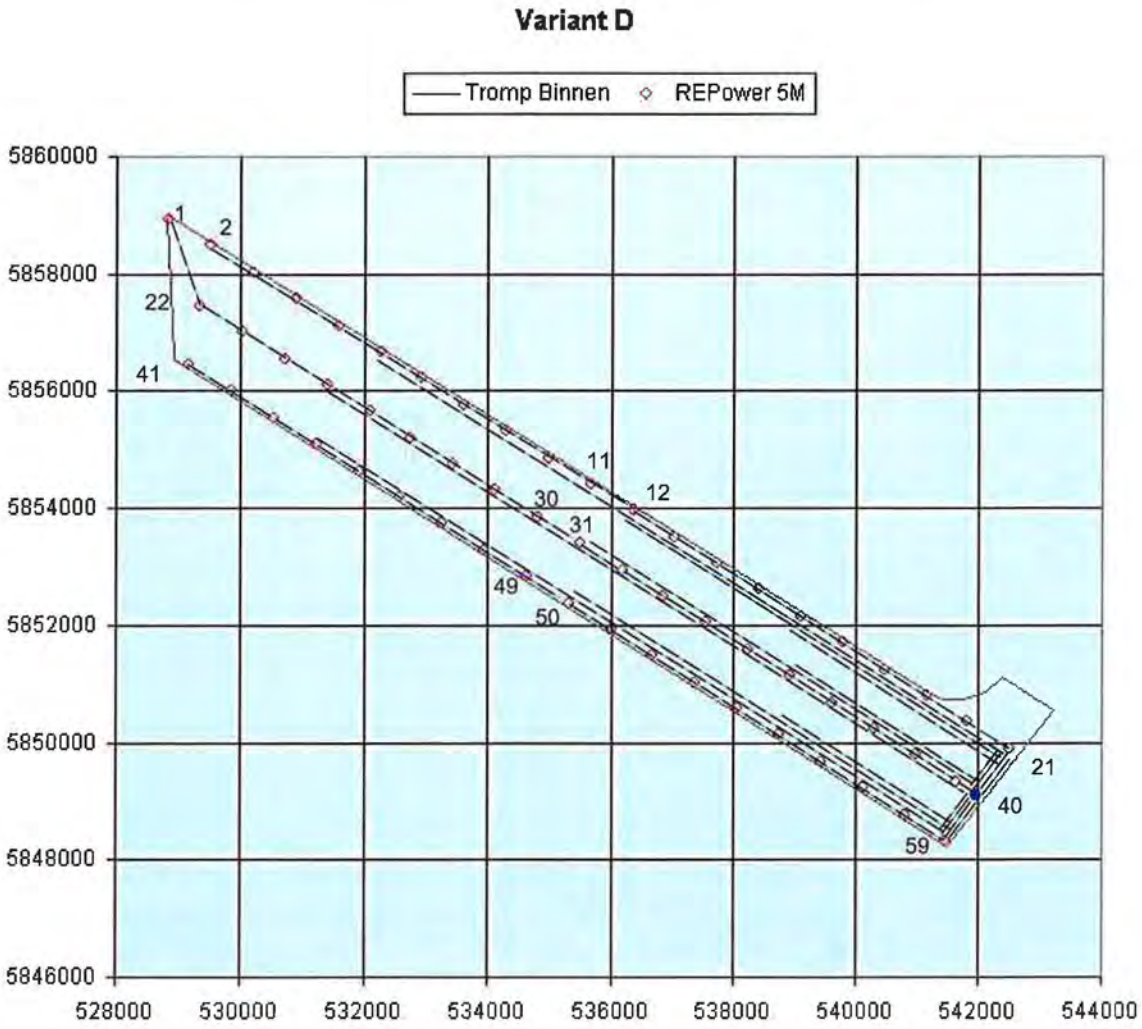


Figure 19: *Alternative layout of option C*

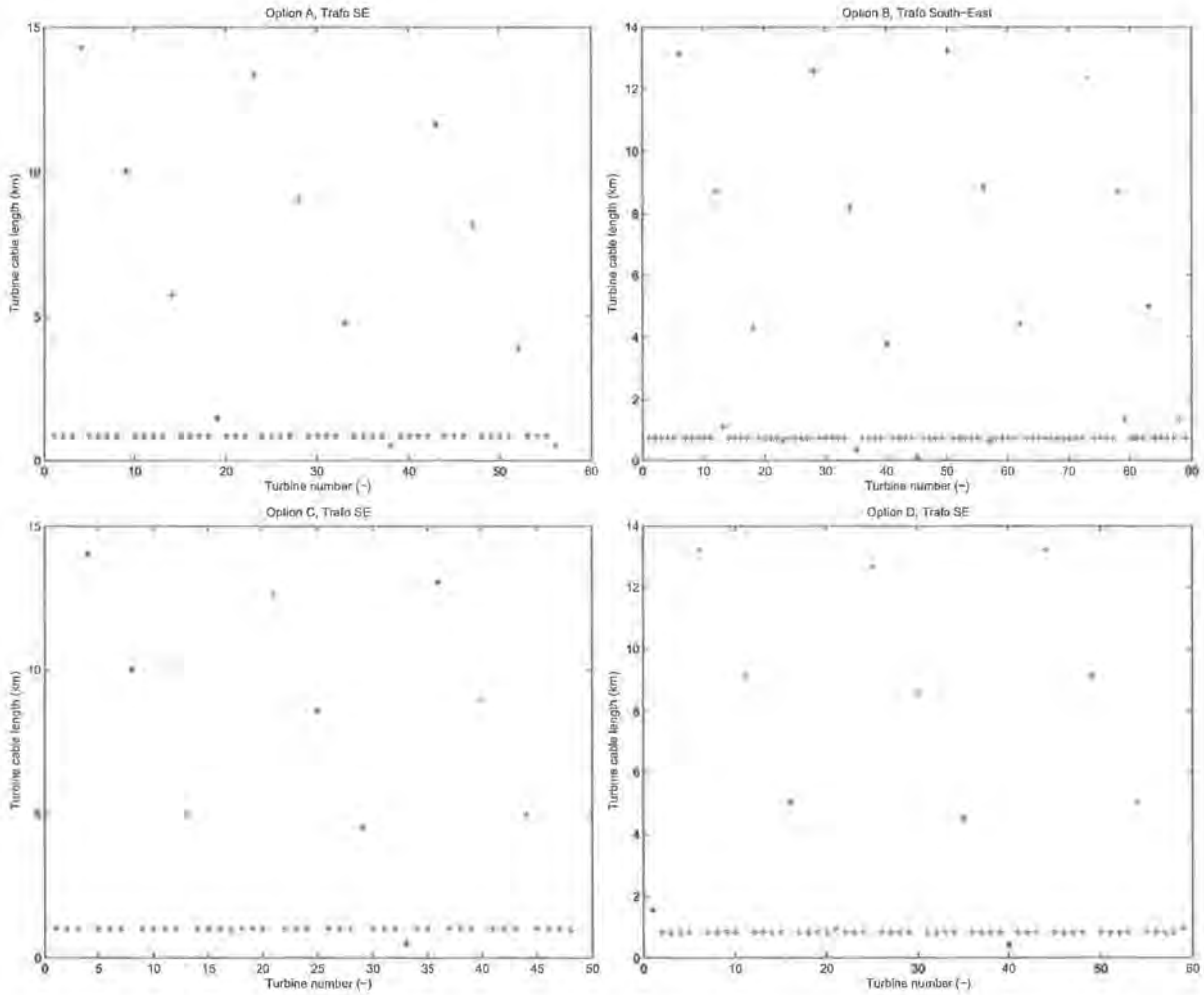


Figure 20: *Distances of the cable section in the wind farm (South-East transformer location)*

Table 11: Comparision of Central and South-East transformer station for options A-D

Option	32 kV cable length (km)	Investment cost cables and transformers excl. trafo platform (MEuro)
A Central	73	108
A SE	121	118
B Central	101	116
B SE	156	131
C Central	73	108
C SE	120	118
D Central	74	108
D SE	122	119

Table 11 compares the cable length in the farm and the investment costs of the Central and South-East layout. The cost of laying of n parallel cables inside the farm is included as n times the cost of laying of a single cable. From a cost point of view, the best location of the platform is the center of the farm. The two sections of 9 km 150 kV cable inside the farm are more

economical than the sections of 32 kV cable.

For an accurate electrical losses calculation, the EeFarm model of each of the South-East layout has to be built. This was only executed for option B. For option B South-East layout, the electrical losses are 13.22 MW at rated turbine power and 11.46 MW for option B Central layout. Therefore, the preferred layouts are the ones with the transformer station in the center of the farm.

2.5 EeFarm II calculation with FluxFarm input

In this section, the energy production of the wind farm is determined by EeFarm II based on the aerodynamic performance calculated by FluxFarm.

Remarks:

1. The electrical variables plotted in this section are the same as in the section 2.3.1 using the P(V) curve as input.
2. The electrical variables are plotted against the binned wind speed and wind direction;
3. The cyclic pattern in the plots is caused by the cyclic increase and decrease of the wind speed for each wind direction in the FluxFarm calculation.

2.5.1 Option A FluxFarm

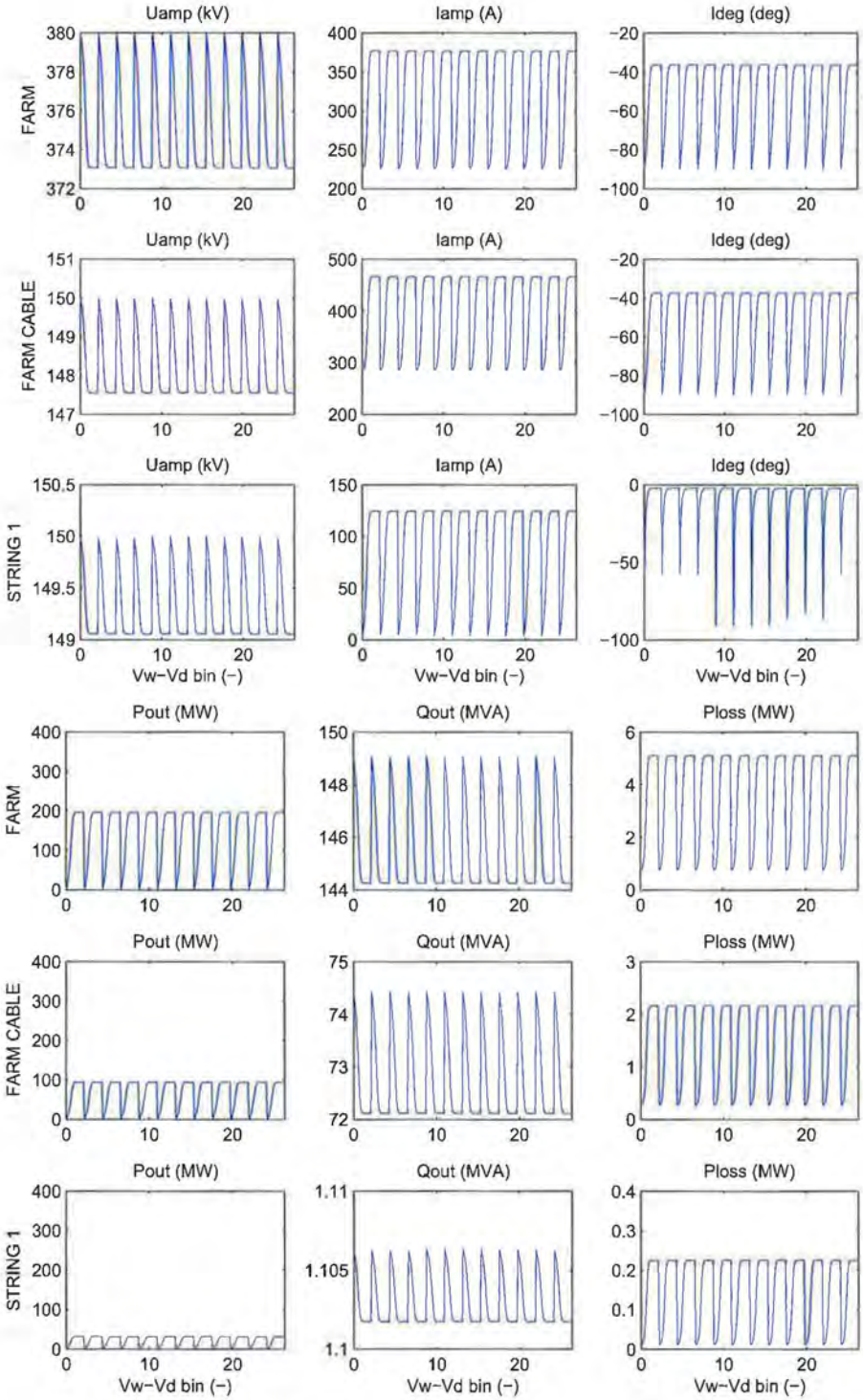


Figure 21: *EeFarm result option A for FluxFarm input*

2.5.2 Option B FluxFarm

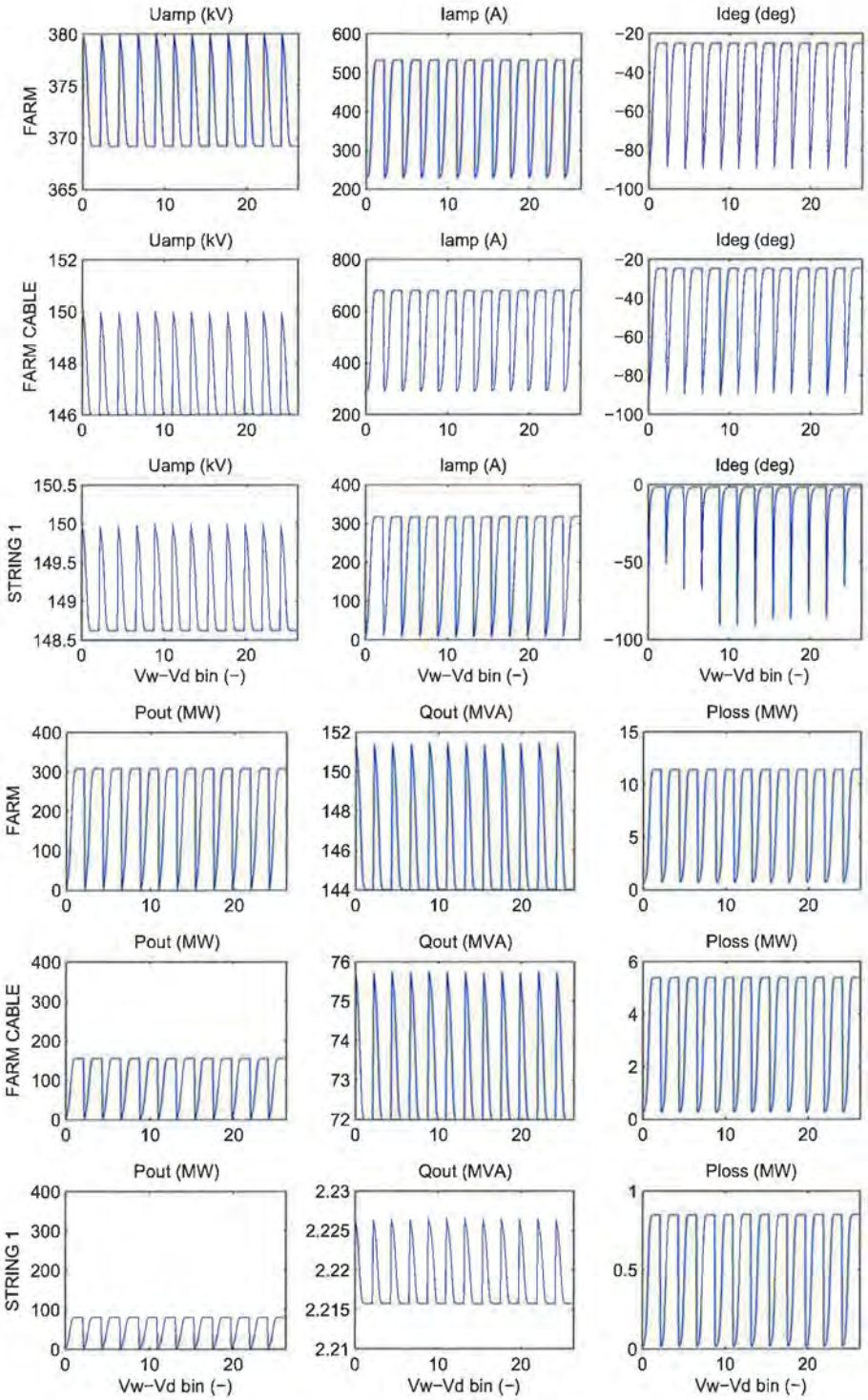


Figure 22: *EeFarm result option B for FluxFarm input*

2.5.3 Option C FluxFarm

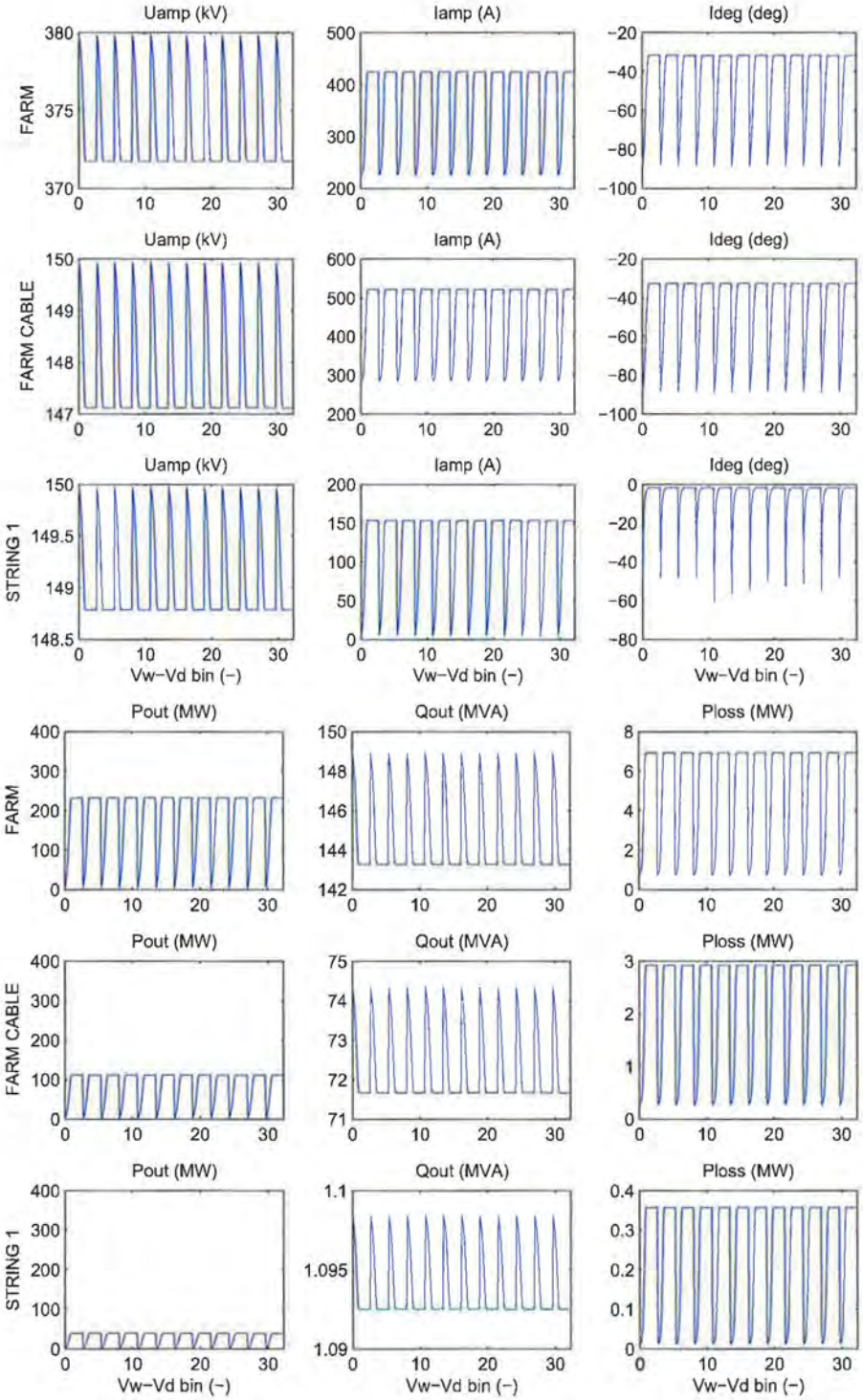


Figure 23: *EeFarm result option C for FluxFarm input*

2.5.4 Option D FluxFarm

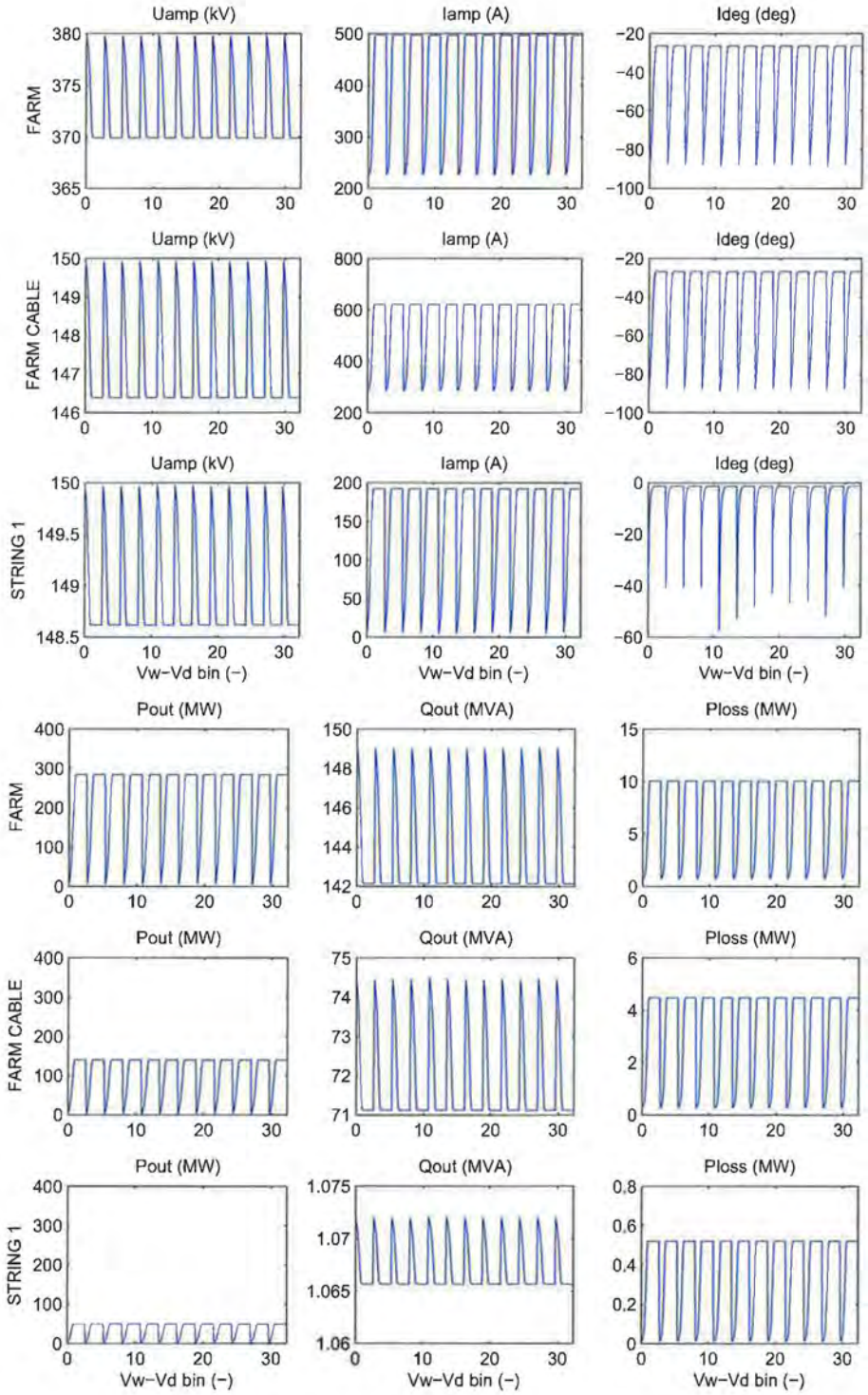


Figure 24: *EeFarm result option D for FluxFarm input*

3 Tromp Binnen energy production and production costs

3.1 Base Case (Optimistic, no Airtricity WF)

For the base case, the FluxFarm optimistic aerodynamic power production in tables 6-9 has been used. The EeFarm results calculated from these powers are combined with the probability of wind speeds and directions to calculate the total losses and the total energy production for each of the four Options A-D of the Tromp Binnen wind farm. The energy production is combined with the investment and maintenance costs to estimate the levelised production costs (LPC). *By request of RWE, in the Openbare Versie of this report the economic details (component costs and production costs) have been omited.*

Table 12: Tromp Binnen wind farm: Base Case, Optimistic, no Airtricity WF

	Electric Energy excl. no-load losses (MWh/y)	Electric Energy losses excl. no-load losses (MWh/y)	No load loss (MWh/y)	Electric Energy losses incl. no-load losses (MWh/y)	Electrical Effi ciency overall (-)
Option A	865503	21549	728	22276	0.9749
Option B	1335994	43237	735	43972	0.9681
Option C	1037839	28486	668	29154	0.9727
Option D	1259582	39582	669	40251	0.9690

	Electric Energy incl. WF availability (MWh/y)	Average WF power (MW)	Capacity Factor (-)
Option A	778298	88.8	0.4407
Option B	1201733	137.2	0.4282
Option C	933454	106.6	0.4440
Option D	1133021	129.3	0.4384

Remarks:

1. The no-load electrical losses are the losses that occur when the wind farm is not producing any power due to too low or too high wind speeds.
2. The overall wind farm electrical efficiency η_e is:

$$\eta_e = \frac{\text{Energy excl. no} - \text{load losses}}{\text{Energy excl. no} - \text{load losses} \ + \ \text{Energy losses excl. no} - \text{load losses} \ + \ \text{No} - \text{load losses}}$$

3. The number of hours wind and no wind are calculated from the wind data specified in section 1.1.3.
4. The wind farm availability is 90% [4].
5. The average wind farm power is:

$$\text{P ave} \ = \ \frac{\text{Electric energy incl. WF availability}}{\text{hours wind per year}}$$

6. The capacity factor is:

$$\text{CapacityFactor} = \frac{\text{Average WF power}}{\text{Rated WF power}}$$

3.2 Variations on Base Case

As variations on the Base Case, the FluxFarm pessimistic aerodynamic yields and the yields including the effect of the Airtricity wind farm (see tables 6-9) have been used for the calculation of the annual energy production and the levelized production costs. *By request of RWE, in the Openbare Versie of this report the economic details (component costs and production costs) have been omited.*

Table 13: Variations on base case Tromp Binnen wind farm Option A

Option A	Base	Base + Airtricity	Pessimistic	Pessimistic + Airtricity	
Aerodyn. Energy	887100	864100	878100	848200	(MWh/y)
Total Electric losses	22276	21719	22059	21333	(MWh/y)
Electrical Effi ciency	0.9749	0.9749	0.9749	0.9749	(-)
El. Energy incl. WF avail.	778298	758143	770437	744181	(MWh/y)
Average WF Power	88.8	86.5	87.9	85.0	(MW)
Capacity Factor	0.4407	0.4293	0.4363	0.4214	(-)

Table 14: Variations on base case Tromp Binnen wind farm Option B

Option B	Base	Base + Airtricity	Pessimistic	Pessimistic + Airtricity	
Aerodyn. Energy	1380000	1346000	1357000	1312000	(MWh/y)
Total Electric losses	43972	42930	43275	41865	(MWh/y)
Electrical Effi ciency	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	(-)
El. Energy incl. WF avail.	1201733	1172763	1182352	1143122	(MWh/y)
Average WF Power	137.2	133.9	135.0	130.5	(MW)
Capacity Factor	0.4282	0.4178	0.4213	0.4073	(-)

Table 15: Variations on base case Tromp Binnen wind farm Option C

Option C	Base	Base + Airtricity	Pessimistic	Pessimistic + Airtricity	
Aerodyn. Energy	1066000	1044000	1055000	1027000	(MWh/y)
Total Electric losses	29154	28558	28852	28104	(MWh/y)
Electrical Effi ciency	0.9727	0.9727	0.9727	0.9727	(-)
El. Energy incl. WF avail.	933454	913898	923533	899007	(MWh/y)
Average WF Power	106.6	104.3	105.4	102.6	(MW)
Capacity Factor	0.4440	0.4347	0.4393	0.4276	(-)

Table 16: Variations on base case Tromp Binnen wind farm Option D

Option D	Base	Base + Airtricity	Pessimistic	Pessimistic + Airtricity	
Aerodyn. Energy	1299000	1277000	1282000	1253000	(MWh/y)
Total Electric losses	40251	39575	39728	38844	(MWh/y)
Electrical Effi ciency	0.9690	0.9690	0.9690	0.9690	(-)
El. Energy incl. WF avail.	1133021	1113682	1118045	1092740	(MWh/y)
Average WF Power	129.3	127.1	127.6	124.7	(MW)
Capacity Factor	0.4384	0.4310	0.4326	0.4229	(-)

Remarks:

1. For the variations, the electric losses have not been determined by a detailed electrical calculation by EeFarm. Instead, it was assumed that the overall electrical efficiency, excluding the no-load losses, since these are not influenced by the variations, is the same

for the Base Case and the variations. This results in an overestimation of the electric losses, since the currents in the variations are smaller. The relative error introduced in this way is small: since the aerodynamic powers differ less than five percent, the relative error in the losses is expected to be smaller than five percent.

2. The aerodynamic energy values in tables 13-16 are the corresponding values in tables 6-9.

3. The total electric losses are the sum of the losses during operation and the no-load losses (during stand still of the wind farm).

3.3 Suggestions for further research and optimization

Due to the limited scope of this project, not all aspects of the design of the Tromp Binnen wind farm have been investigated. Therefore, a number of suggestions for further research and optimization is made:

- The cost of laying of parallel cables inside the farm and to shore has been included as n times the cost of laying of a single cable. Many connections use two parallel cables, so a significant cost reduction can be achived if the two cables can be layed in a single operation. This option should be investigated.
- Parallel cables inside the farm can be connected as a single circuit. By sharing the load, the losses are reduced.
- It should be investigated if a second transformer platform and different cable routing (for instance open rings or tree like routing) in the farm leads to better results.
- Manufactures of cables should be contacted to identify cables that are better suited for some of the load conditions. Especially the connection to shore in option A is relatively large for the wind farm rated power.
- A better estimate of the overall availability should be made, taking the redundancy in each option into account.

References

[1] Brand, A. and T. Hegberg (2003): *Wind resource in the Dutch part of the North Sea.* Report ECN-RX–04-132, ECN.

[2] Crespo, A. and J. Hernandez (1986): *A numerical model of wind turbine wake and wind farms . Proceedings of EWEC'86, vol 2, p. 111-5* . Rome.

[3] Oberink, B. (2008): *email van RWE, 16-04-2008* .

[4] Oberink, B. (2008): *email van RWE, 26-06-2008* .

[5] Panofsky, H. and J. Dutton (1984): *Atmospheric Turbulence.* Wiley.

[6] Periplus (2008): *email van Periplus, 24-04-2008* .

[7] REpower (2007): *SD-5.1-WT.PC-1-A-EN-guaranteed-Power-Curve (pdf file), Power Curve 5M, 31.05.2007* . Report, .

[8] Schepers, J. (2003): *2003 ENDOW: Validation and improvement of ECN's wake model* . Report ECN-C- -03-034, ECN.

[9] Siemens (2007): *Sales Power Curve rev 3 (pdf file), SWT-3.6-107* . Report PG-R3-10-0000-0052-03, HST / 08.10.2007, .

[10] Tande, J. and R. Hunter (1994): *Estimation of Cost of Energy from Wind Energy Conversion Systems.* Report 2e edition, IEA. Recommended practices for wind turbine testing.

A Levelised production cost LPC

To calculate the production costs of a wind farm, the method described by the Expert Group on Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation [10] is applied. The levelised production cost LPC is defined as the production cost of one unit of energy delivered at the point of coupling to the HV grid. The production cost is determined by averaging the costs and revenues over the life time of the wind farm.

All costs are expressed in Euro of year 1 ($t = 0$). The costs of subsequent years are discounted or depreciated to $t = 0$. The levelised production cost is defined by the ratio of the total discounted costs and the total discounted energy output. Discounting of the produced energy is required to account for the moment a revenue is received (an early revenue increases in value with the real interest rate compared to a later revenue).

The Levelised Production Cost LPC equals:

$$LPC = \frac{TC}{\sum_{t=1}^{n} AUE_t (1+r)^{-t}}$$

with:

$$TC = I + \sum_{t=1}^{n} OMR_t (1+r)^{-t} - SV(1+r)^{-n} \tag{3}$$

TC	=	present value of all costs, i.e. total cost discounted to year $t = 0$
AUE_t	=	annual utilized energy output in kWh in year t, all losses included
I	=	investment, including possible interest during construction
OMR_t	=	operation and maintenance costs during year t including eventual retrofit costs
SV	=	salvage value at the end for the economic life $t = n$
n	=	economic life time in years
r	=	discount or depreciation rate, i.e. the real interest rate:

$$1 + r = \frac{1+i}{1+v}$$

with:

i	=	nominal interest rate
v	=	inflation rate

In many cases it is appropriate to assume the annual utilized energy to be constant from year to year, i.e. $AUE_t = AUE$ for $t = 1$ to n. In such cases, the LPC equals:

$$LPC = \frac{I}{a \cdot AUE} + \frac{TOM}{AUE}$$

The factor a is the annuity factor:

$$a = \sum_{t=1}^{n} (1+r)^{-t} = \frac{1-(1+r)^{-n}}{r}$$

and TOM is the total levelised annual downline costs:

$$TOM = \frac{\sum_{t=1}^{n} OMR_t (1+r)^{-t} - SV(1+r)^{-n}}{a}$$

BIJLAGE 7 EFFECTEN OP VOGELS

INHOUD

7.1 Beschrijving zeevogelsoorten vallend onder EU Vogelrichtlijn Annex 1 2

7.2 Voedsel van zeevogels die in het plangebied verblijven 7

7.3 Bestaande kennis van aanvaringsrisico's van vogels tegen windturbines 9

7.4 Berekeningswijzen voor de schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers van windparken 17

7.5 Bepaling aantallen en flux per soort/soortgroep op de locatie Tromp Binnen 25

7.6 Berekeningswijze gevoeligheid voor verstoring door windturbines 33

7.7 Seizoensgevoeligheid verstoring van vogels 37

7.8 Verstoring meeuwen en sterns.....43

7.9 Biogeografische en Nederlandse populatie 45

7.10 Beschrijving model doorwerking vislarven 49

7.1 BESCHRIJVING ZEEVOGELSOORTEN VALLEND ONDER EU VOGELRICHTLIJN ANNEX 1

Roodkeel- en parelduiker

In de Zuidelijke Bocht overwinteren enkele duizenden kleine duikers, waarvan de roodkeelduiker verreweg de meest talrijke is. Parelduikers zijn het meest talrijk aanwezig tijdens de voorjaarstrek (april/mei) maar blijven ook dan in de minderheid. IJsduiker en geelsnavelduiker zijn in ons land dermate schaars dat ze op het NCP geen rol van betekenis spelen. De kern van het verspreidingsgebied van alle duikers in Nederland ligt in de Noordzee-kustzone, binnen de -20m dieptelijn. Tijdens de voorjaarstrek kan deze verspreiding iets breder zijn (Leopold et al., 2004), maar de locatie Tromp Binnen ligt dermate ver offshore dat het buiten het reguliere verspreidingsgebied van de duikers valt. Camphuysen en Leopold (1994) geven voor de Nederlandse zeevogels schattingen van het relatieve aantal vogels (ten opzichte van de totale geografische populatie) dat maximaal op het NCP verblijft. Voor roodkeel- en parelduiker is dit respectievelijk ruim 10% en 0,3%. In het MER voor Tromp Binnen worden aantallen voor het plangebied gegeven. Hieruit kan worden afgeleid dat het percentage dat verblijft binnen de contouren van het plangebied dit voor beide (nagenoeg) 0 is.

Futen

Op het NCP komen vijf soorten futen voor: fuut, roodhalsfuut, geoorde fuut, kuifduiker en dodaars. Zo'n 20% van de Europese futen kan zich in de Nederlandse kustzone bevinden; voor de andere soorten ligt dit percentage veel lager. Alle futen zijn vogels van de kustzone, die nooit verder dan een paar kilometer de zee opgaan. Daardoor zijn ze geen van allen relevant voor offshore windparken.

Noordse stormvogel

De noordse stormvogel is een zeer talrijke soort op het NCP, maar meestal alleen in de noordelijke helft (Berrevoets & Arts, 2001). Zijn gedrag is echter tamelijk onvoorspelbaar en op allerlei momenten in het jaar, en onder zeer diverse weersomstandigheden zijn omvangrijke invasies gezien in de Zuidelijke Bocht. Deze worden vooral door de zeetrektellers van de Nederlandse Zeevogelgroep opgemerkt, langs de kust. Aangezien deze soort een vogel van open zee is, komen bij dergelijke invasies ook aanzienlijke aantallen voor op iedere willekeurige locatie verder offshore in de Zuidelijke Bocht. Hoewel ruim 2% van de Europese noordse stormvogels op het NCP kan voorkomen, is het aandeel in de zuidelijke helft van ondergeschikt belang (veel kleiner dan 1%).

Overige stormvogels, pijlstormvogels en stormvogeltjes

Twee soorten pijlstormvogels komen min of meer regulier voor in de offshore Zuidelijke Bocht: de noordse- en grauwe pijlstormvogel. Ze worden hier echter nooit in grote aantallen gezien en enig effect op hun (zeer omvangrijke populaties) valt door geen enkele menselijke activiteit in de Zuidelijke Bocht te verwachten. Kuhls pijlstormvogel en grote pijlstormvogel worden incidenteel en vale pijlstormvogels jaarlijks vanaf de kust, langsvliegend gezien, maar nooit in grote aantallen en waarnemingen offshore zijn uitermate schaars. Dit laatste geldt ook voor de beide stormvogeltjes die jaarlijks door de Nederlandse kustzone trekken (stormvogeltje en vaal stormvogeltje). Alle andere soorten komen alleen als dwaalgast in Nederlandse wateren voor. Binnen deze groep haalt op het NCP geen enkele soort de 1% norm (1% van de biogeografische populatie).

Jan-van-Gent

De Jan-van-Gent is het hele jaar door, meest vrij dun verspreid, in het offshore gebied van de Zuidelijke Bocht aanwezig. Deze soort komt ook het hele jaar voor binnen de grenzen van het plangebied, maar concentraties van enig belang aldaar zullen uitzonderlijk zijn en wellicht beperkt tot foeragerende groepen achter viskotters. Jan-van-Genten vliegen over het algemeen wat hoger boven zee dan de meeste andere zeevogels in de Zuidelijke Bocht en lijken daarmee relatief kwetsbaar voor aanvaringen met windturbines (Leopold et al., 2004). De soort is echter 's nachts weinig actief en staakt dan meestal het vliegen (Garthe & Hüppop, 1996, 2004). Ook bij slecht zicht hebben jan van genten een sterke neiging op het water te gaan zitten (eigen waarnemingen MFL). Circa 4% van alle Europese Jan-van-Genten kan op het NCP voorkomen, maar zit in de regel zo ruim verspreid dat internationaal belangrijke concentraties hier niet of nauwelijks voorkomen.

Aalscholver

De aalscholver krijgt steeds meer broedkolonies in de Noord-Hollandse duinen en wordt ook in steeds grotere aantallen op de Noordzee waargenomen. De locatie Tromp Binnen ligt echter buiten het bereik van deze vogels, die vooral in relatief ondiepe kustwateren foerageren. Ze kunnen niet lang op volle zee blijven omdat hun verenkleed water opneemt waardoor al te lang op zee zwemmen voor deze vogels geen optie is, zoals te doen gebruikelijk bij "echte" zeevogels. Op volle zee komen dan ook geen (internationaal) belangrijke concentraties voor. Indien er echter op zee een permanente rustplaats wordt gecreëerd waar aalscholvers kunnen rusten, kan deze gebruikt worden als uitvalsbasis. Al tijdens de bouw van de offshore windparken OWEZ en Q7 bleek dat aalscholvers op de palen gingen rusten en de omliggende zee vanuit deze "basis" gingen exploiteren. Tromp Binnen ligt nog verder uit de kust dan deze eerste generatie offshore windparken, maar mogelijk net binnen het zicht van de vogels van het Zwanenwater (een kleine 1000 broedparen), de grote (enkele duizenden

vogels) nazomerpleisterplaats op de Razende Bol (offshore, tussen Den Helder en Texel) en de Texelse broedkolonies in de natuurgebieden De Geul (enkele tientallen) en De Muy (enkele honderden paren). In hoeverre Tromp Binnen aantrekkelijk zal blijken voor deze aalscholvers valt op voorhand niet te voorspellen. Kuifaalscholvers broeden niet in Nederland maar vooral jonge vogels van de Britse Eilanden wagen soms de oversteek. Op volle zee, ter hoogte van het plangebied moet deze soort echter als een dwaalgast worden gezien.

Zwanen, ganzen en eenden

Allerlei (zoetwater) zwanen, ganzen en eenden zijn op het NCP waargenomen en omdat het alle goede zwemmers zijn, kunnen ze ook tijdelijk even op zee neerstrijken om uit te rusten. Verschillende soorten hebben trekroutes over de Noordzee, bijvoorbeeld omdat ze een deel van de winter in Nederland doorbrengen en een deel in Engeland. De zee zelf behoort echter niet tot hun habitat. Dit ligt anders voor de zwarte en grote zee-eend en de eider, waarvan er ruim honderdduizend op het NCP kunnen overwinteren. Ze zijn echter gebonden aan relatief ondiep water met een rijke voedselvoorziening in de vorm van schelpdierbanken. Deze omstandigheden doen zich in het plangebied niet voor, zodat hier alleen geringe aantallen vogels op doortrek langs zullen komen.

Jagers

Alle vier de Europese jagersoorten (grote, middelste, kleine en kleinste jager) trekken over het NCP, van hun broedgebieden in Schotland en verder noordelijk, naar de Golf van Biskaje en West-Afrika. Schotse, en mogelijk ook IJslandse, grote en kleine jagers volgen hier een brede "trekroute" die ten zuiden van de Doggersbank, diagonaal over de Noordzee richting Nederlandse kust voert. Veel vogels uit Scandinavië en Rusland volgen meer de Nederlandse kustlijn en blijven zo buiten het plangebied maar gezien het verspreidingspatroon op zee volgt een eveneens groot deel van deze vogels meer een offshore route. In de offshore Zuidelijke Bocht, vanaf het Friese Front richting Het Kanaal, komen deze stromen samen en het plangebied ligt dus op deze (diffuse) trekroute. Omdat de populaties grote en kleine jagers relatief klein zijn (enkele tienduizenden broedparen elk), steekt jaarlijks een relatief belangrijk deel van deze populaties de Noordzee over en deze vogels krijgen op hun route te maken met toekomstige offshore windparken in de Zuidelijke Bocht.

Meeuwen

Meeuwen zijn numeriek vaak de dominante vogels in de Zuidelijke Bocht. De hoogste dichtheden worden in de kustzone bereikt, maar ze komen ook altijd en overal offshore voor, en soms in grote concentraties. Dit laatste vooral achter viskotters, waardoor de locaties van voorkomen van dergelijke concentraties (tot vele duizenden vogels) tamelijk onvoorspelbaar

zijn. Offshore zijn de kleine mantelmeeuw (zomer), zilvermeeuw en grote mantelmeeuw (winter) de belangrijkste soorten. Kleine mantelmeeuwen zijn zeer goede vliegers (Camphuysen, 1995) en broedvogels van de grote kolonies op Vlieland, Texel en de kleinere kolonies op het vasteland van Noord-Holland kunnen op hun foerageertochten het plangebied Tromp Binnen bereiken (Ens, 2007). Op het NCP overwinterende zilver- en grote mantelmeeuwen zijn minder sterk aan land gebonden dan de (aan land) broedende kleine mantelmeeuwen. Veel vogels die ver offshore opereren vertonen echter wel ochtend- en slaaptrek. Het plangebied Tromp Binnen ligt echter te ver offshore om hiervoor een barrière te vormen. Er is bovendien niet één nauwe baan voor deze ochtend- en avondtrek, naar één vaste aanlandingsplaats of slaapplaats. Rustende meeuwen kunnen op ieder verlaten strand of duinmeer gaan zitten, inclusief de locaties waar zich in de zomer kolonies bevinden. Zilvermeeuwen die offshore op het NCP overwinteren zijn zowel eigen broedvogels als vogels die veel noordelijker of op de Britse Eilanden broeden, dus dit zijn echte trekvogels. Voor de grote mantelmeeuw is de Zuidelijke Bocht een zeer belangrijk overwinteringgebied, van internationaal belang. Van alle drie deze soorten kan ruim 10% van de totale populatie op het NCP voorkomen, maar een groot aandeel hiervan zit in de kustzone.

Van de kleinere soorten meeuwen, zitten de meeste kok-, storm- en dwergmeeuwen in de kustzone. Vooral tijdens de trek echter komen soms aanzienlijke aantallen verder op zee voor. Kokmeeuwen steken jaarlijks in grote aantallen over naar Engeland. Stormmeeuwen komen in een brede band voor de Nederlandse kust voor (vooral in de winter), maar het plangebied ligt buiten hun kerngebied. Dwergmeeuwen zijn in Nederland vooral trekvogel, hoewel al in het vroege voorjaar grote groepen voor de Nederlandse kust verblijven. Van deze soort trekt jaarlijks een zeer groot deel van de hele populatie door, en tenminste in sommige jaren vindt deze trek ook tamelijk ver offshore plaats, mogelijk zelfs tot op de hoogte van plangebied Tromp Binnen (Leopold et al., 2004).

De laatste meeuwensoort die regulier voorkomt op het NCP is de drieteenmeeuw. Dit is een buitenbeentje onder de meeuwen in die zin dat hij op klifkusten broedt en in de winter ver offshore zijn kerngebied heeft. Het troebele water van de Zuidelijke Bocht is niet zijn favoriete habitat en in dit gebied zijn de aantallen doorgaans dan ook relatief laag. De soort vertoont echter, net als de noordse stormvogel, invasieachtig gedrag en hoge aantallen komen af ten toe wel degelijk voor in de offshore Zuidelijke Bocht. Daardoor kunnen iets hogere dichtheden in het plangebied voorkomen dan dichter onder de kust het geval is, maar in de hele Zuidelijke Bocht (NCP-deel) bereikt de drieteenmeeuw niet de 1% norm.

Sterns

Diverse soorten sterns broeden in internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust (grote stern, visdief en dwergstern). Ook de noordse stern broedt hier, maar in relatief lage aantallen. Deze soorten foerageren alle (ook) op de Noordzee, op wisselende afstanden tot de kust. Dwergsterns zijn in hun voorkomen op de Noordzee beperkt tot estuaria en kunnen alleen daar tijdens hun broedtijd in contact komen met "offshore windmolens" (cf. Perrow et al., 2006). In Nederland blijven dwergsterns zeer dicht onder de kust en broedvogels zullen nooit het plangebied bereiken. Grote sterns gaan het verst de zee op maar zelfs broedvogels van Texel (dichtst bij gelegen kolonie met variabele aantallen, tussen 0 en 1100 paren; zie Leopold & Baptist, 2007) zullen niet in het plangebied kunnen foerageren. Visdieven en noordse sterns zullen (als broedvogel) het plangebied zeker niet doorkruisen. Ook de (zeer omvangrijke) trek van al deze sterns, nog aangevuld met tienduizenden zwarte sterns en vele tienduizenden van eerder genoemde soorten sterns die ten noorden van Nederland broeden, speelt zich meest in de kustwateren af, ten oosten van het plangebied. Vogels die ten noordwesten van Nederland broeden, vooral noordse sterns uit Schotland en IJsland, trekken – noodgedwongen – ook ver over zee en kunnen het windpark kruisen. Deze noordse sterns kunnen op hun voorjaarstrek ook ver offshore in groepen voorkomen, die al volop bezig zijn met de balts (Camphuysen, 1991) of kunnen hier na het broedseizoen enige tijd in groepsverband verblijven (Camphuysen en Winter, 1996). Geen enkele stern zal echter offshore op het NCP de 1% norm halen.

Alkachtigen

Vier soorten alkachtigen komen offshore op het NCP regulier voor. Alk en zeekoet kunnen in de Zuidelijke Bocht in internationaal belangrijke aantallen overwinteren (1 tot 2% van de populaties). Vooral aan het eind van de winter kunnen de aantallen in de Zuidelijke Bocht sterk oplopen, zoals onlangs nog eens treffend geïllustreerd werd door de grote aantallen slachtoffers van de Tricolor olieramp in Noord-Frankrijk, België en Zuidwest-Nederland (Camphuysen & Leopold, 2005). De andere twee soorten Nederlandse alkachtigen, de papegaaiduiker en de kleine alk verkiezen meestal helderder water verder noordwestelijk op het NCP en komen in de Zuidelijke Bocht alleen in vrij grote aantallen voor tijdens invasies (Camphuysen & Leopold, 1996). Veel van deze vogels komen hier van de honger om, wat aangeeft dat voor hen de Zuidelijke Bocht geen geschikt gebied is.

Van de soorten waarvan relatief grote aantallen regulier in het plangebied voorkomen, zijn op grond van de recente boot- en vliegtuigtellingen schattingen gemaakt. De bijlagen 7.5 en 7.6 geven informatie over de gebruikte gegevens en de schattingsmethode.

7.2 VOEDSEL VAN ZEEVOGELS DIE IN HET PLANGEBIED VERBLIJVEN

Roodkeelduikers hebben een divers dieet van allerlei kleine vissen (Leopold ongepubliceerd, op basis van ruim 180 onderzochte magen van op onze kusten dood aangespoelde vogels). Alle in het gebied voorkomende vissoorten, inclusief zeer kleine als kleine zeenaald, driedoornige stekelbaars, grondels, maar ook kleine platvissen, en vrij forse rondvissen (haring en wijting tot respectievelijk 27 en 23 cm lang) zijn in roodkeelduikers gevonden die dood op de Nederlandse kust aanspoelden. Waar deze vissen zijn gegeten en wat het dieet in het plangebied zou zijn, is onbekend.

In op de Nederlandse stranden dood gevonden noordse stormvogels is ook een keur van vissoorten aangetoond, alsmede een relatief groot aantal (pijl)inktvissen (van Franeker, ongepubliceerd). Omdat noordse stormvogels ook achter viskotters foerageren, komt een deel van deze prooien uit de bijvangst. Uit andere dieetstudies (ondermeer Camphuysen et al., 1993) komt naar voren dat het dieet van deze soort zeer divers is, en ook macroplankton bevat en overboord geworpen ingewanden van vissen bij viskotters. Dergelijke prooien laten (vrijwel) geen sporen na in de vogel die bij standaard maagonderzoek worden opgemerkt.

Jan-van-Genten eten in de Zuidelijke Bocht vooral rondvis, bijvoorbeeld haring, makreel en zandspiering, die tijdens soms diepe duiken wordt gevangen. Daarnaast eten ze ook bijvangst uit de visserij (Camphuysen et al., 1993).

Aalscholvers eten vrijwel alle vissoorten die in de Zuidelijke Bocht voorkomen. Ze kunnen zowel vis aan het oppervlakte, als aan de bodem als achter viskotters eten, en zowel rondvis als platvis of zeer kleine of zeer grote vis. Een enkele keer eten aalscholvers ook grote wormen, vermoedelijk als deze in hun paaitijd enige tijd vrij in het water rondzwemmen (Leopold et al., 1998; Leopold & Van Damme, 2003; Leopold & Slot, ms).

Zee-eenden en eiders eten in Nederland vooral tweekleppige schelpdieren (Leopold et al., 1995, 2001), maar ter hoogte van het plangebied komen deze in onvoldoende mate voor om het gebied van belang te laten zijn voor deze eenden. Mogelijk verandert dit wanneer op de fundering van de molens mosselen gaan groeien, en eenden zo ver uit de kust, binnen de onrustige situatie van een windpark, zouden willen komen foerageren.

Jagers en de grote meeuwen zijn in het gebied vooral aangewezen op (rond)vis, die ze of zelf vangen, of bij kotters opscharrelen. Alle eetbare zaken die bij kotters overboord gaan (ondermaatse bijvangst en ingewanden maar ook bijgevangen bodemdieren, zij het in mindere mate: zie Camphuysen et al., 1993) worden door meeuwen en in het verlengde

daarvan, door jagers gegeten. Het voedsel van de kleinere meeuwen is onbekend in offshore wateren. Dwergmeeuwen eten vooral plankton, inclusief vislarven en wormen (Leopold et al., 2004; Schwemmer & Garthe, 2006).

Sterns zijn aangewezen op kleine vissen die dicht onder het oppervlak gevangen kunnen worden tijdens ondiepe stootduiken. Wanneer er foeragerende sterns ter hoogte van het plangebied op de Noordzee zouden foerageren, zou de prooi vermoedelijk haring, sprot of zandspiering zijn (Everaert & Stienen, 2006; Leopold & Baptist, 2007).

Alken eten in de Zuidelijke Bocht vooral kleine rondvis, zoals sprot, jonge haring en zandspiering, zo bleek uit een omvangrijke dieetstudie aan vogels die bij de Tricolor olieramp waren omgekomen (Ouwehand et al., 2005). Bij andere gelegenheden werd ook vaak driedoornige stekelbaars in de maag van alken gevonden (Camphuysen en Leopold, ongepubliceerd). Zeekoeten, betrokken bij de Tricolor olieramp hadden een veel gevarieerder dieet dan alken, met veel meer vissoorten (ruim 20 verschillende, en zowel rondvis als platvis, hoog en laag in de waterkolom zwemmende soorten) en een veel breder groottespectrum. Zeekoeten kunnen haringen tot ruim 25 cm aan en wijtingen van boven de 20 cm lengte eten ze ook regelmatig.

7.3 BESTAANDE KENNIS VAN AANVARINGSRISICO'S VAN VOGELS TEGEN WINDTURBINES

Bestaande kennis

Aantallen slachtoffers

Vogels vliegen vrijwel uitsluitend 's nachts en in de schemering tegen windturbines (Winkelman, 1992a). In een windpark nabij Oosterbierum (Friesland) kwam, afhankelijk van seizoen en jaar en rekening houdend met zoektechnische problemen (waarvoor correctiefactoren moesten worden toegepast), in de operationele situatie per windturbine gemiddeld 0,02-0,09 vogel/dag zeker of zeer waarschijnlijk om het leven als gevolg van een botsing. Wanneer ook de mogelijk omgekomen vogels werden meegeteld ging het om 0,04-0,12 vogels per windturbine per dag (Winkelman, 1992a). In een windpark in de Noordoostpolder lagen deze aantallen in dezelfde orde van grootte (Winkelman, 1989). Bij een windpark nabij de Kreekraksluizen lagen de aantallen bijna tien keer zo laag (Musters et al., 1991). Deze locatie verschilt echter aanzienlijk van de locaties nabij Oosterbierum en Noordoostpolder, die voor de context van open kustgebieden relevanter zijn. In buitenlandse studies naar aanvaringsslachtoffers lagen de aantallen ook op een lager niveau dan nabij Oosterbierum en in de Noordoostpolder, maar deze studies zijn door de gebruikte onderzoekmethoden niet geheel vergelijkbaar met de resultaten van de drie studies waarnaar hier wordt verwezen (Winkelman, 1992a). In de operationele situatie ligt het aantal aanvaringsslachtoffers enkele malen hoger dan in een situatie met stilstaande rotorbladen (Winkelman, 1992a). Everaert et al. (2002) onderzochten het aantal vogelslachtoffers bij drie verschillende windparken in België, waarbij correcties op grond van proeven werden gedaan. Bij Zeebrugge werden bij een zeewaarts gericht cluster 28-58 vogelslachtoffers/turbine/jaar berekend en voor een landwaarts gericht cluster <4 vogels/turbine/jaar. Negentig procent van deze vogelslachtoffers was meeuwen. Recente samenvattingen van onderzoek op deze locatie maken duidelijk dat onder broedende sterns in zeer nabij gelegen kolonies aantallen aanvaringsslachtoffers van betekenis vallen (Everert & Stienen, 2007; Stienen et al., 2008). Op locaties in het binnenland was het aantal slachtoffers in de studie van Everaert et al. (2002) aanzienlijk lager. Bijvoorbeeld onder 5 middelgrote 600 kW turbines (tip hoogte 84 m) langs het Boudewijnkanaal te Brugge lag het aantal slachtoffers op 11/turbine/jaar, vermoedelijk mede veroorzaakt door het lagere aantal vliegbewegingen ter plaatse. In de herfst van 2004 is in een drietal Nederlandse windparken (twee in de Wieringermeer en één bij Almere) onderzocht hoe het aantal vogelslachtoffers is bij de huidige generatie grote windturbines (Akershoek et al., 2005; Krijgsveld et al., 2007). Er is gezocht naar slachtoffers in oktober tot en met december, waarbij parallel detectie- en predatieproeven zijn uitgevoerd, alsmede een kwantificering van het aantal vliegbewegingen. Uit het onderzoek blijkt dat in de

verschillende windparken per turbine per jaar circa 20 tot 39 aanvaringsslachtoffers vallen. In de drie parken gemiddeld was dit 28 (95% betrouwbaarheidsinterval: 19-68). Dit aantal is aanzienlijk lager dan verwacht werd op grond van de gangbare voorspellingsmethode waarin voor de grotere omvang van turbines gecorrigeerd wordt met gebruik van Tucker (1996).

Botsingskansen
In het windpark nabij Oosterbierum vloog 's nachts één op de 40 vogels (totaal 25 groepen vogels) die het rotorvlak van de achttien windturbines, opgesteld in drie rijen van zes windturbines, passeerden, tegen een windturbine (Winkelman, 1992b). Voor het hele windturbinevlak (rotorvlak + de ruimte daaronder tot de grond) was dat één op de 82 vogels (47 groepen).

Windturbines scoren wat het aanvaringsaspect betreft, ongunstig als de windturbines in een lijnopstelling dwars op de vliegrichting van de vogels of in een clusteropstelling zijn geplaatst en er geen of weinig achtergrondverlichting aanwezig is (Winkelman, 1992b).

Relatie met het weer
In de windparken nabij Oosterbierum en in de Noordoostpolder werd tijdens de najaarstrek een duidelijk verband gevonden tussen het aantal aanvaringsslachtoffers en het weer (Winkelman, 1989; 1992b). De meeste slachtoffers werden gevonden in nachten met slechte vliegomstandigheden (harde tegenwind) en slecht zicht (veel bewolking, geen maan en met mist of regen). Bij goede vliegomstandigheden (windstilte of meewind) en redelijke tot goed zicht (heldere nachten, geen regen of mist) werden geen slachtoffers gevonden. Ook op de Maasvlakte (Van Swelm, 1988) werd een vergelijkbaar verband met weersomstandigheden vastgesteld.

Aantal slachtoffers in relatie tot het aantal aanwezige vogels
Er zijn verschillen in aanvaringsrisico tussen soorten. Zo verongelukten 's nachts relatief meer zangvogels en kwamen naar verhouding meer eenden dan steltlopers om het leven. Voor zangvogels nam het risico af met de grootte van de vogel. Overdag scoorden onder andere roofvogels, reigers en duiven relatief hoog. Wanneer alle aanvaringen 's nachts zouden hebben plaatsgevonden, zou in het windpark nabij Oosterbierum gemiddeld één op de 500-1.000 passanten tegen een windturbine zijn gebotst (Winkelman, 1992a; 1992b). Worden ook de overdag langsvliegende vogels tijdens de seizoenstrek en de lokale trek in de beschouwing betrokken, dan werd dit één op de 5.000-10.000 passanten. In het voorjaar bleek op de 1.000-1.500 pleisterende en broedende vogels dagelijks één dodelijke aanvaring met een windturbine plaats te vinden (Winkelman, 1992c). In het windturbinepark nabij de

Kreekraksluizen was dat op jaarbasis één op de 1.000 vogels. Hieruit blijkt dat het aantal aanvaringsslachtoffers klein is in relatie tot het aantal vogels in het gebied.

Onderzoek aan een windpark langs een strekdam bij een Engelse haven toonde aan dat eiders een relatief hoge aanvaringskans hebben in verhouding tot het aantal aanwezige vogels (Still et al. 1995). Op dezelfde locatie is tijdens vervolgonderzoek een lagere aanvaringskans vastgesteld dan in het eerste onderzoek (S. Lowther, SGS Environment, mond. med.), maar nog steeds lijkt het risico voor eiders relatief hoog. Dit geldt in beperkte mate ook voor grote mantelmeeuw. Zilvermeeuw en kokmeeuw hebben een relatief lage aanvaringskans en aalscholvers een zeer lage aanvaringskans. Sterns lijken gevoelig voor aanvaringen. In Zeebrugge (België) is recent vastgesteld dat visdieven en grote sterns die nabij windturbines broeden een relatief grote kans hebben op dodelijke aanvaringen en dat de absolute aantallen slachtoffers direct samenhangen met de aantallen ter plaatse broedende vogels (Everaert & Stienen, 2007).

In onderzoek bij tot nu toe geplaatste windturbines zijn tot op heden geen rampnachten vastgesteld. Onder een rampnacht wordt verstaan dat in één nacht op één plaats honderden of zelfs duizenden vogels door een aanvaring verongelukken.

Aanvlieggedrag 's nachts

De reacties van vogels die 's nachts draaiende windturbines naderen, is met behulp van een warmtebeeldcamera bestudeerd in het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman, 1992b). Uit dit onderzoek zijn geen aanwijzingen verkregen dat vogels (vooral zangvogels) 's nachts de windturbines op grote afstand mijden. Een kwart van de vogels die min of meer loodrecht op het rotorvlak aanvlogen, bleek de draaiende rotorbladen te mijden door tussen de windturbines door te vliegen. Van de vogels die uiteindelijk door het rotorvlak vlogen, kwam vijf procent met de windturbine in aanraking.

Voor dit aspect zijn enkele studies relevant die bij windturbines op zee of in andere grote wateren zijn uitgevoerd. Onderzoek aan kuifeenden bij Windpark Lely (IJsselmeer) liet zien dat de vogels in het donker vliegbewegingen door de lijnopstelling vermijden door om de turbinelijn heen te vliegen (Van der Winden et al., 1996; Spaans et al., 1998a). Bij Tunø Knob (Kattegat, DK) (Tulp et al., 1999) werd vastgesteld dat Eidereenden en Zwarte Zeeeenden nachtelijke vliegactiviteit vertonen. Voor in ieder geval de eiders is duidelijk dat in lichte nachten meer gevlogen wordt dan in donkere. Dit verkleint de aanvaringsrisico's, aangezien deze in donkere nachten het grootst zijn. Eiders vertoonden in het donker tot op 1.500 m van het windpark een lagere vliegactiviteit dan verder van het windpark af. Dichterbij werd actief vermijdingsgedrag (aanpassen vliegpad) vastgesteld.

Waarnemingen in de twee Deense windparken Horns Rev (Noordzee) en Nysted (Oostzee), beide operationeel vanaf 2003, bevestigen dit beeld voor een aantal soorten. In beide windparken zijn radarstudies uitgevoerd waarvan de resultaten zijn gepubliceerd in rapporten (http://www.hornsrev.dk) en in een boek: Danish Offshore Wind - Key Environmental Issues.

Voor het windpark Nysted hebben Kahlert et al. (2004a, 2004b) gerapporteerd dat trekkende watervogels, voornamelijk eiders, in het algemeen vermeden om door het windpark te vliegen. Voor plaatsing van het windpark gingen 24-48% van alle op de radar waargenomen groepen door het gebied van het windpark, na plaatsing was dit 9% (4-7% overdag, 11-24% 's nachts). Ook nam de standaarddeviatie van de vliegrichting van de langstrekkende groepen vogels significant toe op 3.000 m (overdag) respectievelijk 1.000 m ('s nachts) van het windpark. Dit geeft aan dat er zowel vermijding optreedt als een verschil hierin tussen dag en nacht. In het donker begint het vermijdingsgedrag dichter bij het windpark en vliegen meer vogels door in hun oorspronkelijke vliegrichting. De afstanden en de ordegrootte van de vermijding zijn vergelijkbaar met de eerder gegeven voorbeelden van onderzoek elders.

Bij het windpark Horns Rev was het algemene patroon van vermijding tijdens de herfsttrek vergelijkbaar met hetgeen beschreven is voor Nysted (Christensen et al., 2004). Echter, de afstand tot het windpark waarop de vogels hun vliegrichting aanpasten was kleiner (400 m aan de noordzijde respectievelijk 1.000 m aan de oostzijde van het windpark, geen verschil tussen dag en nacht gegeven door de auteurs). Waarnemingen van Christensen & Hounisen (2004) bevestigden deze patronen voor het voorjaar. Hoewel de auteurs de verschillen tussen de twee windparken niet bespreken, zouden deze veroorzaakt kunnen worden door verschillen in soortsamenstelling van de langsvliegende vogels. Bij Nysted zijn dit vooral trekkende eiders en bij Horns Rev is dit een meer gevarieerd spectrum aan watervogels dat op het windpark aanvliegt. Dit zou zelfs het verschil tussen de noord- en oostzijde van Horns Rev kunnen verklaren. De situatie aan de noordelijke kant wordt vooral gestuurd door trekkende vogels en de oostelijke door lokaal verblijvende vogels, bijvoorbeeld heen en weer gaand tussen de kust en de zee.

Nachtelijke vlieghoogtes

In het kader van het landelijk onderzoekprogramma 'Vogelhinder door Windturbines' zijn in verschillende landschapstypen in Nederland metingen gedaan aan vlieghoogtes van vogels in het donker. Het gaat daarbij om vliegbewegingen tussen rust- en voedselgebieden van duikeenden in het IJsselmeergebied (Dirksen et al., 1996b), trek van steltlopers langs de Hollandse kust (IJmuiden) (Dirksen et al. 1995; 1996a) en vliegbewegingen van steltlopers en eenden tussen voedselgebieden en hoogwatervluchtplaatsen in getijdengebieden (Spaans et al., 1998b). Al deze vliegbewegingen vinden plaats op windturbinehoogte en

merendeels lager dan 75 m. Ook Buurma & Van Gasteren (1989) stelden 's nachts de grootste vogeldichtheden vast op hoogtes lager dan 150 m. Zij onderzochten vliegbewegingen van seizoenstrek en lokale vogels. Boven zee vlogen vogels in de regel lager dan boven land, maar in beide landschappen vlogen grote aantallen vogels zowel onder als boven 150 m hoogte.

Onderbouwing schatting aantal aanvaringsslachtoffers

In het begin van deze paragraaf is een overzicht gegeven van de beschikbare kennis over aanvaringsrisico's en aantallen vogelslachtoffers door aanvaringen bij windturbines. Ten opzichte van de Locatie-MER en Inrichtings-MER voor het OWEZ is er enige nieuwe kennis verzameld die relevant is, maar dat betreft vooral studies op landlocaties. Wel zijn de gegevens over uitwijking door vliegende vogels bij Nysted en Horns Rev van belang bij de interpretatie van de schattingen. Van de studies op landlocaties is met name het recente slachtofferonderzoek bij "huidige generatie" windturbines relevant en daarom gebruikt bij de schattingen (zie verder). De absolute omvang van aanvaringsrisico's bij offshore windturbines is onbekend. In de Voorstudie Locatieselectie en de beide MER's voor het OWEZ is beargumenteerd welke gegevens ontbreken om een goed verantwoorde schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers te maken. Uiteindelijk is voor het MER NSW (OWEZ), om toch een eerste stap te zetten, op basis van breedfront-seizoentrek over land een schatting van de ordegrootte gegeven van het aantal slachtoffers in breedfront-seizoentrek over zee. De aannames en mogelijke fouten zijn daarbij aangegeven. Voor zeevogeltrek werd destijds een dergelijke benadering niet mogelijk geacht. Op basis van de informatie over uitwijking door verschillende vogelsoorten bij Horns Rev en Nysted en meeuwen op de Maasvlakte is er nu voor gekozen zeevogels en andere watervogels op dezelfde wijze in deze schatting te betrekken.

Schattingen van aantallen vogelslachtoffers op grond van in de literatuur beschikbare gegevens kunnen langs twee routes worden gedaan: aan de hand van het aantal gevonden slachtoffers per windturbine en aan de hand van de aanvaringskans die geldt voor een vogel die door het windpark vliegt. Ook in de Locatie-MER NSW (OWEZ) zijn beide toegepast. Voor risicobeoordelingen voor windparken zoals die door Bureau Waardenburg worden uitgevoerd zijn beide wijzen van schattingen inmiddels meer geformaliseerd en vastgelegd, en aangepast naar aanleiding van recente informatie (met name het onderzoek van Krijgsveld et al. 2005; 2007). Deze informatie is bijgevoegd in bijlage 7.4. In de schattingen zoals die uitgevoerd worden, is het nodig een aantal gegevens uit eerder onderzoek te gebruiken

en een aantal aannames te doen. Een en ander is in de genoemde bijlage uitgewerkt, op de benodigde aannames zal hier nader worden ingegaan.

Uit het onderzoek van Winkelman (1992b) blijkt dat de aanvaringskansen 's nachts groter zijn dan overdag. De grootste risico's vallen samen met donkere nachten en nachten met slecht zicht. In totaal blijkt gemiddeld ongeveer 0,14% van de vogels die op rotorhoogte door het windpark vlogen, te verongelukken. De rotors draaiden hier in het vlak van 20-50 meter hoogte. De turbinehoogte en daarmee de rotordiameter van de windturbines in de Noordzee, zijn groter dan die in Friesland. De rotors zullen, afhankelijk van het door RWE te kiezen type turbine, draaien in het vlak van 26-152 meter hoogte. De rotoroppervlakte van de windturbines in het windpark bij Oosterbierum was ruim 700 m^2 (rotordiameter 30 m), de 3-5 MW turbines op de Noordzee hebben een 9-18 maal groter rotorvlak. De aanvaringskans voor vogels is dichter bij de rotoras groter dan verder weg (Tucker, 1996). Dit betekent dat het aantal slachtoffers per windturbine op grond van de rotoroppervlakte weliswaar groter zal zijn dan in het windpark bij Oosterbierum, maar minder dan 9-18 keer. Hiervoor is gecorrigeerd aan de hand van de relatie tussen aantal vogelslachtoffers per windturbine per jaar en het rotoroppervlak van die turbine (zie bijlage 7.4).

Boven de Noordzee speelt zangvogeltrek zich zowel overdag als 's nachts gemiddeld op een grotere hoogte af dan boven land, omdat grootschalige trek bij deze soortgroep (in vergelijking tot grotere soorten) nog meer optreedt bij meewind. Door de grotere hoogte van de 3-5 MW turbines wordt het effect van een gemiddeld hogere vlieghoogte weer deels teniet gedaan, en ligt de kans op aanvaringen vermoedelijk in dezelfde orde van grootte als op het land.

Voor de berekeningen dient een flux aan vogels te worden aangenomen of geschat. Bij ongestuwde trek in het binnenland is het aanbod aan trekkende vogels gedurende een heel najaar in de onderste luchtlagen overdag ongeveer 6 ex/m^2 (Lensink & Kwak, 1985; Lensink, 1996) . Bij een gelijke doortrekintensiteit in de nacht als overdag (Buurma & Lensink, 1999) komt het totale aanbod voor alle etmalen in het najaar op grofweg 12 ex/m^2. Dit getal is als benadering voor het OWEZ aangehouden in het Locatie-MER. Verder op zee zal dit aantal lager zijn, maar in het Locatie-MER waren hierin bijvoorbeeld de zeevogels niet meegenomen omdat hun aanvaringskans onbekend was. Dat lijkt wel te kunnen (zie eerder), de flux wordt daardoor zowel over dag als 's nachts weer flink hoger (schatting 6-10 ex/m^2 extra). Overdag is de aanvaringskans (veel) lager dan 's nachts, de flux overdag telt dus minder zwaar wanneer deze in de formule wordt meegenomen. Uiteindelijk is voor de schatting voor locatie Tromp Binnen als ordegrootte benadering 10 ex/m^2 in de formule genomen. Rekening houdend met 95% uitwijking kan dan een ordegrootteschatting voor het totaal per jaar

worden berekend. De resultaten van deze schattingen zijn vermeld in tabel 7.7 van het hoofdrapport.

De andere route maakt gebruik van het aantal slachtoffers per windturbine. In Oosterbierum werd 0,09 slachtoffer per dag per turbine gevonden (Winkelman, 1992a, tabel 10b, gemiddelde van herfst en voorjaar onder B, dit is incl. mogelijke aanvaringsslachtoffers). De turbines hadden een ashoogte van 35 m, een rotordiameter van 30 m en een rotoroppervlak van 707 m^2. Het windpark had 18 turbines van dit type. Inmiddels beschikken we over op vergelijkbare wijze verzamelde getallen uit een aantal windparken in Nederland en België. Hoewel waarschijnlijk meerdere karakteristieken van een windturbine de aanvaringskans voor een vogel bepalen, is rotoroppervlak ongetwijfeld de belangrijkste en zeker ook een indicator voor andere relevante kenmerken (hoogte, draaisnelheid et cetera). Daarom zijn de in de verschillende studies gevonden aantallen uitgezet tegen rotoroppervlak.

Een groter rotoroppervlak leidt tot meer aanvaringsslachtoffers. Tucker (1996) maakte reeds aannemelijk dat de aanvaringskans niet evenredig toeneemt met de toename van het rotoroppervlak. Uit verschillende veldstudies waarin slachtofferaantallen werden vastgesteld kan deze toename geschat worden. Hiervoor is in de literatuur gezocht naar veldstudies waarin de gevonden aantallen slachtoffers gecorrigeerd werden voor zoekefficiëntie, predatiedruk (verdwijnkans), aantal zoekdagen en type zoekgebied. De volgende studies werden hiervoor geselecteerd: Oosterbierum (periode 1986-91); Urk (periode 1987-1989), Kreekraksluizen (1991), Oostdam Zeebrugge (2002), Boudewijnkanaal, Brugge (2002), Schelle, Schelde (2002), Waterkaaptocht, Groettocht, Jaap Rodenburg (2004) (Winkelman, 1989; 1992a,b; Everaert, 2003; Akershoek et al., 2005; Krijgsveld et al., 2007). Op basis van deze studies is de relatie berekend tussen het rotoroppervlak en het aantal slachtoffers, hetgeen gebruikt kan worden om het aantal slachtoffers te voorspellen voor turbines groter dan 1,5 MW (zie bijlage 7.4). Voor de locatie Tromp Binnen zijn twee correcties toegepast. In verband met een lagere flux aan vogels ver op zee is voor trekvogels een correctie van 0,75 toegepast. Voor lokale vogels, waarvan de dichtheden veel lager zijn dan op landlocaties als de onderzoekslocaties hierboven genoemd, een correctie van 0,1. De resultaten van deze schattingen zijn voor de locatie Tromp Binnen vermeld in tabel 7.7 van het hoofdrapport.

Rekenvoorbeeld Route 1, voor 3,6 MW met 89 turbines:

basisberekening aantal slachtoffers bij 1 turbine:

$$N_S = 0{,}0026*O_r + 17{,}051 = 0{,}0026*8992{,}04 + 17{,}051 = 40{,}43$$

aantal slachtoffers in hele park:

Nswp = aantal turbines * (seizoenstrek: 0,5*Ns*corr. flux t.o.v. Oosterbierum) + aantal turbines * (lokale vogels: 0,5*Ns*corr. flux t.o.v. Oosterbierum) = 89 * (0,5 * 40,43 * 0,75) + 89 (0,5 *40,43 * 0,1) = 1349 + 180 = 1529

7.4 BEREKENINGSWIJZEN VOOR DE SCHATTING VAN HET AANTAL AANVARINGSSLACHTOFFERS VAN WINDPARKEN

Onderstaande tekst is een interne notitie (Bureau Waardenburg, versie 02, juli/augustus 2005), waarin vastgelegd is hoe in projecten met deze berekeningen moet worden omgegaan. Deze tekst kan, als dat gewenst is, als bijlage aan rapporten worden toegevoegd zodat verantwoord wordt hoe deze berekeningen in het betreffende project zijn uitgevoerd. De berekeningswijzen zijn (nog) niet in een apart artikel of andere publicatie gepubliceerd.

In voorbije projecten zijn door Bureau Waardenburg twee berekeningswijzen gebruikt, die beide mogelijk zijn. De eerste maakt gebruik van het aantal aanvaringsslachtoffers per turbine per dag, geeft relatief goede uitkomsten maar is een totaal voor alle soorten samen. De tweede maakt gebruik van de aanvaringskans voor vogels die een windpark kruisen. In beide 'routes' werd vanuit gegevens voor kleinere turbines geëxtrapoleerd naar grotere turbines. Daarbij werd gebruik gemaakt van een correctie op basis van Tucker (1996), die liet zien dat verder van de as van de rotor de aanvaringskans afneemt – en dat een groter rotoroppervlak dus niet evenredig tot meer aanvaringsslachtoffers zal leiden.

In deze nieuwe versie van een eerdere interne notitie zijn de resultaten opgenomen van recent onderzoek aan aantallen aanvaringsslachtoffers bij drie Nederlandse windparken met huidige generatie grote windturbines. Deze gegevens, aangevuld met resultaten verzameld op andere locaties in Nederland en België, maken in de eerste wijze van berekenen ('Route 1') het gebruik van een 'correctie op basis van Tucker (1996)' overbodig. Route 1 is dus aanzienlijk veranderd. In Route 2 is de correctie die nodig is om aantallen slachtoffers bij grotere rotoroppervlaktes te voorspellen, ontleend aan de in Route 1 bepaalde empirische relatie. Ook hier is dus de 'correctie op basis van Tucker (1996)' overbodig geworden.

Route 1 Berekening op basis totaal aantal slachtoffers per turbine

Winkelman (1992a) vond 0,09 slachtoffer per dag per turbine in Oosterbierum. De turbines hadden een ashoogte van 35 m, een rotordiameter van 30 m en een rotoroppervlak van 707 m2. Het windpark had 18 turbines van dit type. Inmiddels beschikken we over op vergelijkbare wijze verzamelde getallen uit een aantal windparken in Nederland en België. Hoewel waarschijnlijk meerdere karakteristieken van een windturbine de aanvaringskans voor een vogel bepalen, is rotoroppervlak ongetwijfeld de belangrijkste en zeker ook een indicator voor andere relevante kenmerken (hoogte, draaisnelheid etc.). Daarom zijn de in de verschillende studies gevonden aantallen uitgezet tegen rotoroppervlak.

Een groter rotoroppervlak leidt tot meer aanvaringsslachtoffers. Tucker (1996) maakte reeds aannemelijk dat de aanvaringskans niet evenredig toeneemt met de toename van het rotoroppervlak. Uit verschillende veldstudies waarin slachtofferaantallen werden vastgesteld kan deze toename geschat worden. Hiervoor is in de literatuur gezocht naar veldstudies waarin de gevonden aantallen slachtoffers gecorrigeerd werden voor zoekefficiëntie, predatiedruk

(verdwijnkans), aantal zoekdagen en type zoekgebied. De volgende studies werden hiervoor geselecteerd: Oosterbierum (periode 1986-91); Urk (periode 1987-1989), Kreekraksluizen (1991), Oostdam Zeebrugge (2002), Boudewijnkanaal, Brugge (2002), Schelle, Schelde (2002), Waterkaaptocht, Groettocht, Jaap Rodenburg (2004) (Winkelman 1989, 1992, Everaert 2003, Akershoek et al. 2005, Krijgsveld et al. in prep.). Op basis van deze studies is de relatie berekend tussen het rotoroppervlak en het aantal slachtoffers, hetgeen gebruikt kan worden om het aantal slachtoffers te voorspellen voor turbines groter dan 1,5 MW. De relatie is:

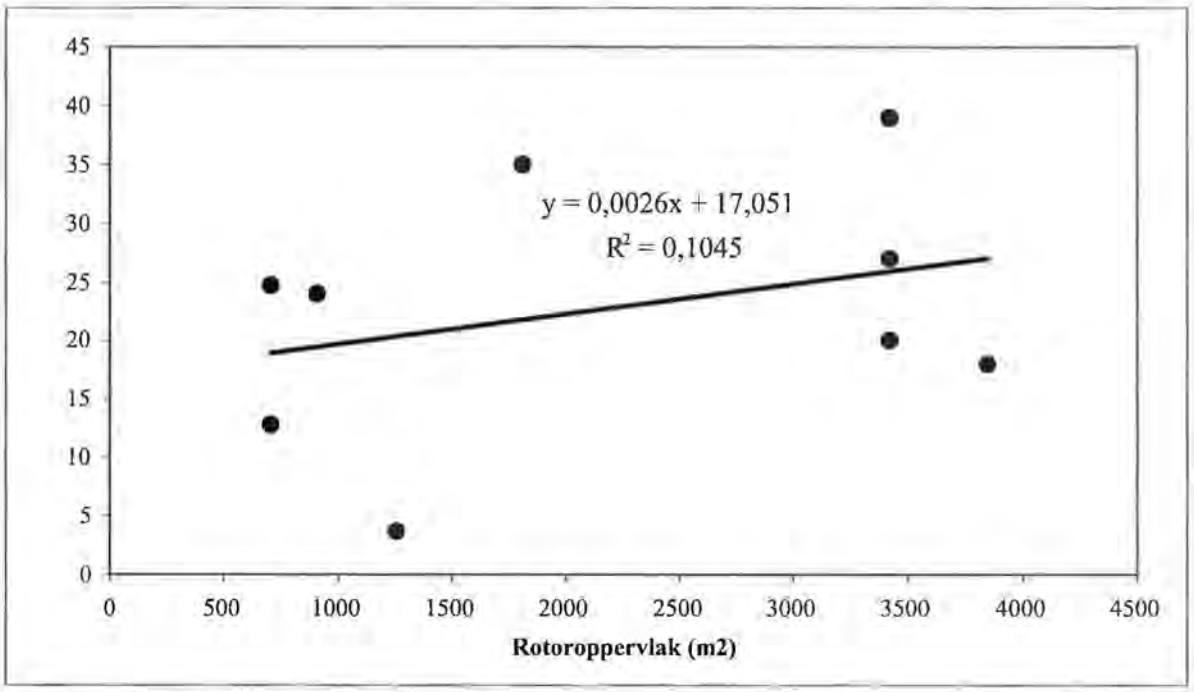
$N_S = 0{,}0026 * O_r + 17{,}051$

waarin:

N_S aantal vogelslachtoffers per jaar per turbine

O_r het rotoroppervlak van de te gebruiken turbine (volgens πr^2)

De achtergrond van de gebruikte regressie is te vinden in Figuur B7.4.1.



Figuur B7.4.1 Verband tussen rotoroppervlak en het vastgesteld (inclusief correcties, zie tekst) aantal vogelslachtoffers per turbine per jaar.

Het berekenen van het aantal slachtoffers voor een andere turbine op een andere plaats vraagt vervolgens gegevens dan wel aannames op de volgende punten:

- omvang en samenstelling van de flux aan vliegende vogels op die andere plaats ten opzichte van wat er door de voor de regressie gebruikte windparken vloog; dit kan leiden tot

een te motiveren correctie (zie eind document voor informatie over flux in Oosterbierum en Wieringermeer/Almere);
- informatie over vogel-samenstelling van de flux. Voor Oosterbierum kon een opsplitsing gemaakt worden binnen de 0,09 slachtoffer per dag per turbine zoals die werd vastgesteld: in MER IPWA (Van der Winden et al. 1999, p 184-187) is gemotiveerd dat 0,045 slachtoffer per dag per turbine toe te schrijven zou zijn aan seizoenstrek en hetzelfde aantal aan lokale vliegbewegingen, steeds in perioden waarin deze bewegingen optreden.

Voor een windpark met meer turbines moet Ns vermenigvuldigd worden met het aantal turbines.

Route 2 Berekening op basis aanvaringskansen voor door het windpark vliegende vogels (niet soortspecifiek)

Winkelman (1992, tabel 12a) geeft voor enkele soortgroepen het aanvaringspercentage voor de vogels die in het donker door het windpark vlogen. Hierbij zijn de in haar onderzoek gevonden 'mogelijke' aanvaringsslachtoffers in de berekeningen meegenomen. De waarden worden als gemiddelde en als maximum van een 95%-betrouwbaarheidsinterval gegeven. De waarden zijn als volgt:

soortgroep	gemiddelde aanvaringskans	max. 95% betrouwbaarheids interval.
eenden	0,04%	0,09%
meeuwen	0,16%	0,37%
steltlopers	0,06%	0,13%
zangvogels	0,28%	0,64%
gemiddeld over de vier groepen	0,14%	0,31%
alle vogels samen[1]	0,17%	0,40%

[1]dit is gewogen gemiddelde over de soortgroepen

Deze aanvaringskansen in het donker kunnen, samen met gegevens over het aantal vogels dat in het donker door het park dan wel over de locatie van het toekomstige park, vliegt, gebruikt worden om het aantal aanvaringsslachtoffers te schatten. Gezien de onzekerheden in dit soort getallen en het voorzorgprincipe werken wij met het maximum van het betrouwbaarheidsinterval.

Overdag vallen weinig aanvaringsslachtoffers, maar het gebeurt wel. Afhankelijk van de situatie (vogelsoorten, aantallen, gedrag) moet hier apart op worden ingegaan. In Route 1 zijn deze aanvaringen overigens uiteraard al verdisconteerd, maar niet per soort(groep) opgesplitst. Voor berekening via Route 2 moet een aanvaringskans worden bepaald aan de hand van beschikbare literatuur – en die keus moet in het rapport worden gemotiveerd. Wanneer

het om weinig vogels gaat en/of zodanig gedrag dat aanvaringskansen heel klein zullen zijn, dan kan worden volstaan met Route 2 zoals hier beschreven en de constatering dat gebruik van het maximum van het betrouwbaarheidsinterval voor de nachtelijke aanvaringsslachtoffers bijschatten voor dit zeer kleine aantal overbodig maakt.

Het berekenen van het aantal slachtoffers voor een turbine (op een andere plaats dan Oosterbierum) vraagt gegevens dan wel aannames op de volgende punten:

- het totale rotoroppervlak van alle turbines in het park ten opzichte van het totale (verticale) vlak van het windpark
- omvang en samenstelling van de flux aan vliegende vogels

Correctie voor turbinegrootte

Een groter rotoroppervlak leidt tot meer aanvaringsslachtoffers, echter niet evenredig met de toename van het rotoroppervlak. Op basis van de empirische relatie die is afgeleid en toegelicht onder Route 1 kan een correctiefactor worden berekend. Dit leidt tot een 'gecorrigeerd' rotoroppervlak, waarbij het nieuwe rotoroppervlak relatief wordt uitgedrukt ten opzichte van dat van de turbines te Oosterbierum.

$$O_{rc} = (0{,}0001\ O_r + 0{,}9026) * 706{,}9$$

waarin:

O_{rc} 'gecorrigeerd' (effectief) rotoroppervlak

O_r het rotoroppervlak van de te gebruiken turbine (volgens πr^2)

706,9 het rotoroppervlak van de turbines in Oosterbierum tijdens het onderzoek van Winkelman (1992a)

De **complete berekening** is dan als volgt:

$$N_{swp} = A * C_r * C_{eff} * N_d * N_v$$

waarin:

N_{swp} aantal slachtoffers in het park (per periode zie N_d, per soortgroep zie A)

A aanvaringskans (uit Winkelman 1992a, zie boven)

c_r correctie voor het verschil in totaal rotoroppervlak in verhouding tot het verticale vlak van het windpark (lengte * hoogte) ten opzichte van Oosterbierum

C_{eff} $= O_{rc} / O_r$

hier wordt het gecorrigeerde rotoroppervlak gedeeld door het werkelijke rotoroppervlak van de te gebruiken turbine; de overblijvende factor is dus kleiner dan 1 zodat een (relatieve) verlaging optreedt in de aanvaringskans voor het rotoroppervlak als totaal

N_d aantal dagen met betreffende vliegbewegingen
N_v aantal passages van vogels per dag door het windpark
N_d*N_v = het totale aantal vogels per periode (jaar, seizoen)

Toelichting
Nd*Nv is de totale flux over een periode. Deze wordt geschat of gemeten in de nulsituatie. Bij gebruik van die gegevens zijn enkele volgende punten van belang.

Uitwijking.
Er zijn een (beperkt) aantal studies, waaruit duidelijk is dat vogels in daglicht en in het donker uitwijken voor (draaiende) turbines. De in een situatie zonder turbines vastgestelde aantallen/flux zullen dus voor een schatting van slachtofferaantallen moeten worden gecorrigeerd voor deze uitwijking. Voor duikeenden kan worden aangehouden dat 75% van de vogels om een lijn of park heen vliegt (Windpark Lely: 'bijna 80%', Tunø Knob niet op deze manier uitgedrukt, Utgrunden 'eidereenden vlogen in het algemeen niet binnen 1 km van de turbines'), voor andere soorten is minder makkelijk een hard getal te geven (50% bij 1 turbine in zee in Zweden; zwarte sterns Den Oever). Voorlopig zal per geval moeten worden gemotiveerd wat onze keus is, maar 50% lijkt wel de ondergrens: waarschijnlijk wijkt meestal meer dan 50% van de vogels uit.

Hoogteverdeling
De flux moet worden 'toebedeeld' aan een bepaalde range in vlieghoogtes. Lokaal kunnen er overwegingen zijn om aan te nemen dat (ook) lokale vliegbewegingen zich uitstrekken boven de 150 m vlieghoogte die in open landschappen in het verleden op basis van ons eigen onderzoek gehanteerd is als' bovengrens' voor zich dagelijks lokaal verplaatsende vogels. Dit moet worden gecombineerd met de verticale range voor het park die voor Cr wordt aangehouden.

Dagelijkse vluchten
Nagegaan moet worden of de vogels 's ochtends en 's avonds over de locatie vliegen, en of dit al dan niet in het donker plaatsvindt.

Correctie voor flux: t.o.v. Oosterbierum, Wieringermeer/Almere
<u>Oosterbierum</u>
Oosterbierum ligt langs de kust, maar niet direct langs de Waddendijk. Er zal hier dus geen sprake zijn van gestuwde seizoenstrek. Waar dat wel het geval is, moet de correctie voor flux (Cf) zeker >1 zijn.

Rond Oosterbierum waren van verschillende soorten lokale vliegbewegingen. Wanneer echter een park bekeken wordt dat in geconcentreerde dagelijkse vliegbewegingen ligt moet eveneens Cf > 1 zijn.

Om een indruk te krijgen van de aantallen vliegbewegingen door Windpark Oosterbierum is het oorspronkelijke rapport van Winkelman (192) nog eens doorgelopen. De getallen op blz. 36-38 en tabel 12a in Winkelman (1992a) leiden tot de volgende waarden:

periode half sep – half nov 1386 vogelvliegbewegingen door het park per nacht
periode half sep – half nov 13.107 vogelvliegbewegingen door het park per 24 uur
Deze getallen kunnen als indicatie gebruikt worden bij het bepalen van Cf. Een exacte correctie voor fluxen is hier niet van toepassing – als je een goed flux-getal hebt pas je route 2 (zie verder) toe. Cf zal dus altijd een globale schatting zijn.

Wieringermeer/Almere
In Krijgsveld et al. (in prep.) staat het volgende over de flux en aanvaringskansen in deze windparken:

Bird flux (flight movements per hour or night per vertical km^2) through the wind farms was highest during the fall migration period in October. In November and December flux became increasingly less (figure 3). The flux of birds passing the wind farms at rotor height (0-135m) was 3948 echoes per night per km2 on average (sd ± 4124) at Waterkaaptocht, 4416 (sd ± 2711) at Groettocht and 3056 (sd ± 2759) at Jaap Rodenburg. Migration was seen at altitudes of 50 m and up. The majority of birds in the lower air layers (up to 1000 m) flew above rotor height (Figure 4).

The collision risk of birds with turbines was calculated from the number of victims found and the flux of birds (flux up to 135 m altitude per dark period per surface area of the farm). Based on the average of 0.08 victims per turbine per night, collision risk was 0.12% on average. Of all migrating birds that were passing the wind farm area, the majority passed well above the turbines (figure 4). Of those birds passing the wind farms at or below rotor height at night, as many as 83 % were migrating birds (average flux in October minus that in December), whereas only three out of 11 victims were migrating birds (two goldcrests and a redwing). Thus, taking into account this comparatively high flux and low number of victims, the actual collision risk of migrating birds was far lower: 0.01 %. Collision risk of local birds flying in the dark period was 0.14 % on average (based on average flux in December).

NB: de flux wordt noodgedwongen (radar in plaats van warmtebeeldcamera) anders weergegeven.

De uiteindelijke aanvaringskans voor alle vogels samen is in dezelfde orde van grootte als gevonden in Oosterbierum (zie tabel in Route 2).

Literatuur

Akershoek, K., F. Dijk & F. Schenk 2005. Aanvaringsrisico's van vogels met moderne, grote windturbines. Studentenverslag van slachtofferonderzoek in drie windparken in Nederland. Studentenrapport Van Hall/WUR. Rapport 05-082. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Everaert, J. 2003. Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. Oriolus 69: 145-155.

Krijgsveld, K.L. K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen in prep. Collision risks of birds with modern large wind turbines.

Tucker, V.A. 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-262.

Winden, J. van der, A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers , R.J.W van de Haterd & S. Dirksen 1999. Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport nr. 99.002. Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

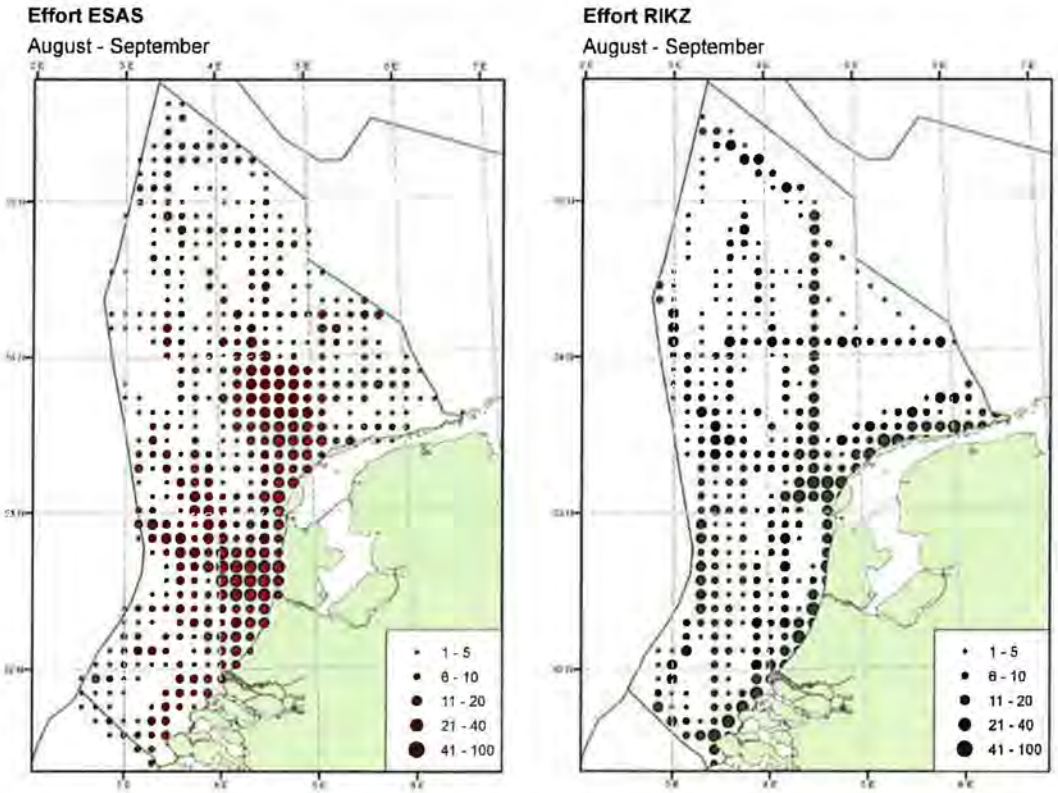
Winkelman, J. 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15: 117-121. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92/2. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

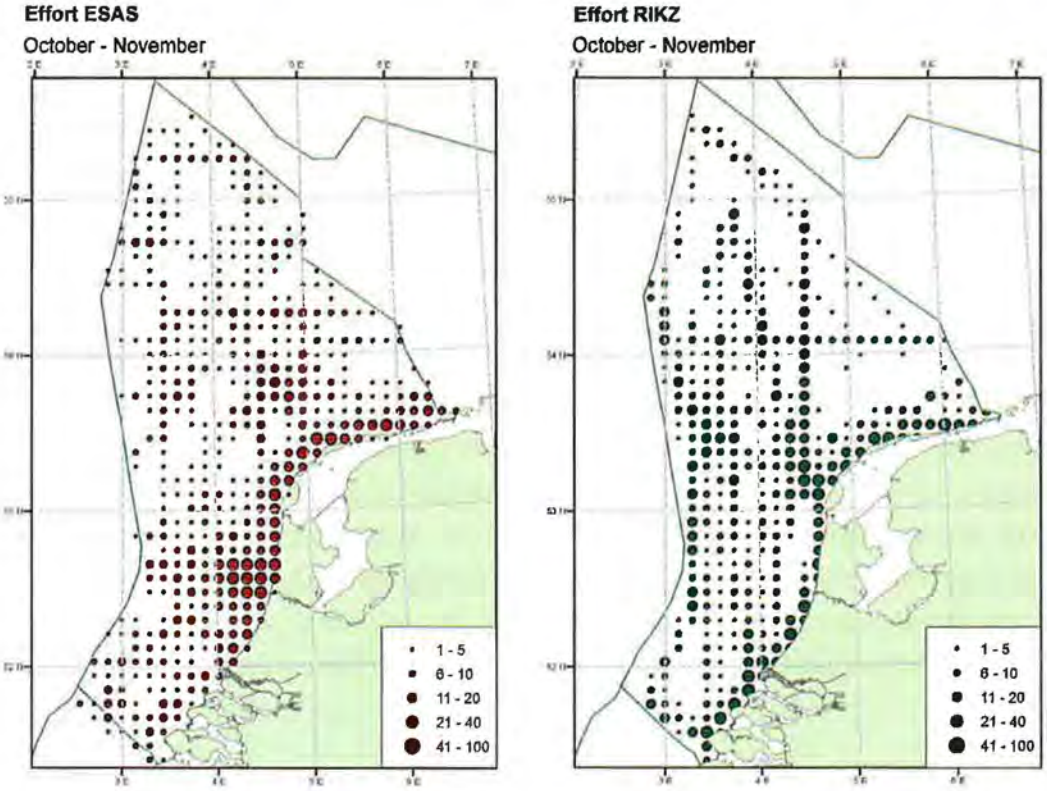
7.5 BEPALING AANTALLEN EN FLUX PER SOORT/SOORTGROEP OP DE LOCATIE TROMP BINNEN

Schatting van aantallen vogels per soort

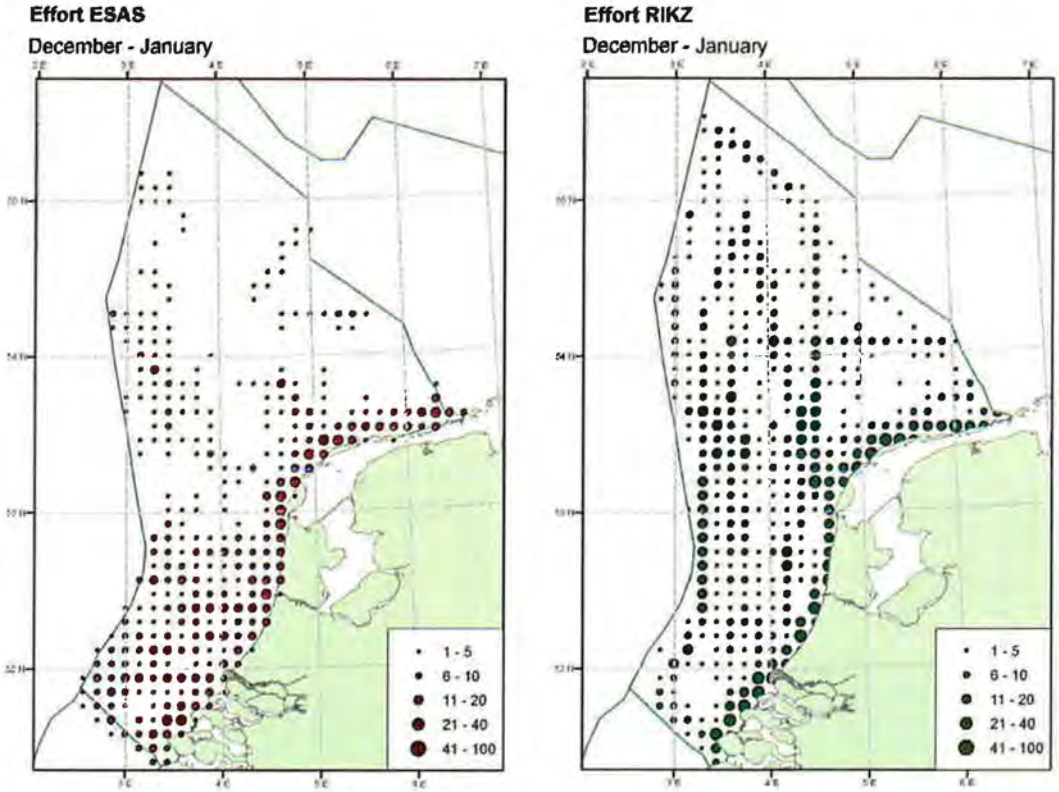
Er is geen onderzoek, speciaal gericht op de locatie Tromp Binnen gedaan. Er is daarom gebruik gemaakt van survey-gegevens, die om andere redenen zijn verzameld, voor andere onderzoeksdoelen. Door de gegevens van twee grootschalige surveys samen te nemen, over twee lange reeksen van jaren (ESAS: 1987-2006 en RIKZ: 1991-2007), werden de meeste 10x10 km hokken in het zeegebied waar windparken zijn gepland wel bezocht, maar met aanzienlijke verschillen in intensiteit. Leemtes in de dekking konden voor een groot deel worden opgevuld door de dichtheden voor het hele NCP te schatten, na toepassing van de intrapolatietechniek Ordinary Kriging en door gebruik te maken van zowel de scheeps- als de vliegtuigtellingen, en van alle seizoenen. De daadwerkelijke gegevensdichtheid die ten grondslag ligt aan de uiteindelijke wegingen, is gegeven in de figuren B7.5.1 t/m B7.5.6. In deze figuren is de totale survey inspanning ("Effort") weergegeven per 10x10 km blok op het NCP, per boot (steeds links, in rood) en vliegtuig (rechts, in groen), voor achtereenvolgens: aug/sep, okt/nov, dec/jan, feb/mar, apr/mei, jun/jul, in afgezochte km² per 100 km².



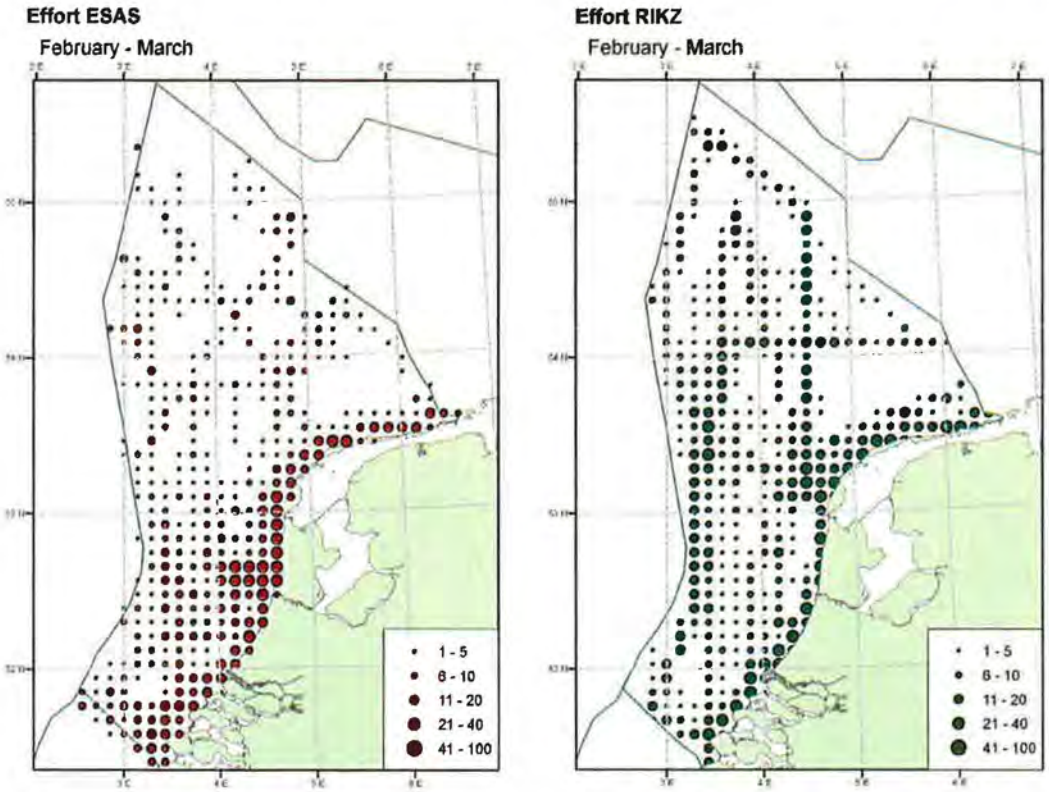
Figuur B7.5.1 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor aug/sep, in afgezochte km² per 100 km²



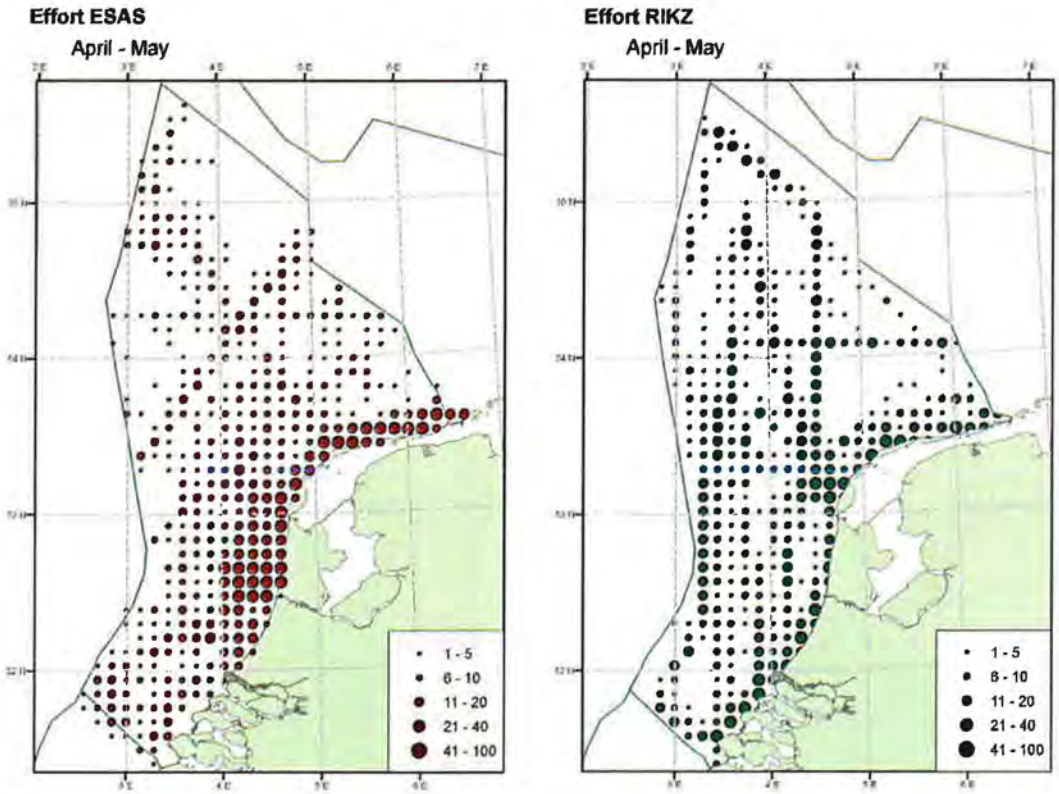
Figuur B7.5.2 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor okt/nov, in afgezochte km² per 100 km²



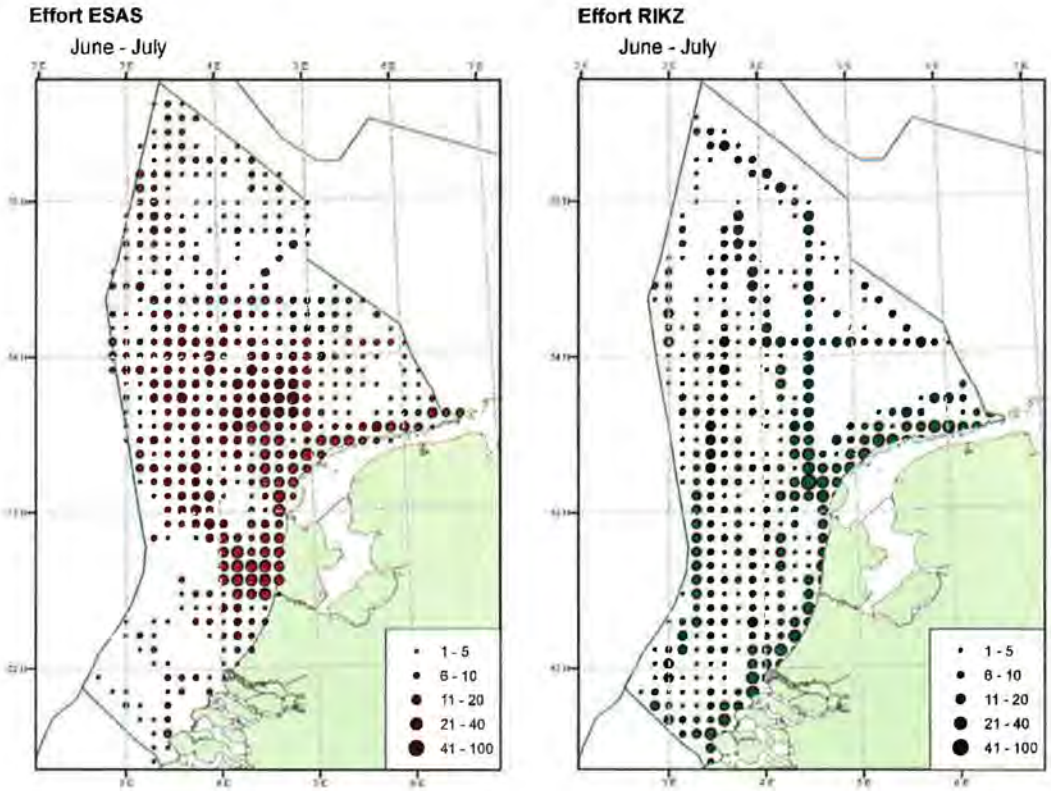
Figuur B7.5.3 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor dec/jan, in afgezochte km² per 100 km²



Figuur B7.5.4 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor feb/mrt, in afgezochte km² per 100 km²



Figuur B7.5.5 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor apr/mei, in afgezochte km² per 100 km²



Figuur B7.5.6 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor jun/jul, in afgezochte km² per 100 km²

In tabel 7.5 in het hoofdrapport zijn per periode van twee maanden de resultaten voor Tromp Binnen opgenomen, die verkregen zijn langs de hierboven beschreven weg.

Berekening van de flux per soort

Om de flux te berekenen is per soort of groep uitgegaan van de tweemaandelijkse perioden met de hoogste aantallen en deze te vergeleken met berekende aantallen voor de (voormalige) Meetpost Noordwijk. Voor deze locatie zijn gegevens over de flux bekend (zie ook tabel 7.2 in het hoofdrapport). Op basis van de hiervoor beschreven methode kunnen ook voor deze locatie de aantallen worden bepaald per soort(groep) voor de genoemde perioden van twee maanden. Door nu de aantallen bij Tromp binnen te delen door de aantallen bij Meetpost Noordwijk (gecorrigeerd tot aantallen voor een oppervlakte gelijk aan die van Tromp Binnen) ontstaat een correctiefactor, waarmee uit de aantalsgegevens voor Tromp Binnen de flux kan worden berekend. Deze factor is opgenomen in tabel B7.5.1.

Tabel B7.5.1 Aantal vogels in Tromp Binnen, aantal vogels in vlak met zelfde oppervlak rond Meetpost Noordwijk (berekend op basis dichtheid in 25 km^2 rond MpN) en de verhouding tussen beide

soort(groep)	periode	Tromp Binnen	Meetpost Noordwijk	TrB/MpN
duikers	febr/mar	3,63	21,43	0,17
Noordse Stormvogel	aug/sep	18,23	0,45	40,36
Jan-van-Gent	okt/nov	41,89	3,81	11,01
Stormmeeuw	feb/mrt, dec/jan	6,54	295,11	0,02
Kleine Mantelmeeuw	apr/mei, jun/jul	318,62	436,45	0,73
Zilvermeeuw	aug/sep, okt/nov	20,48	35,33	0,58
Grote Mantelmeeuw	dec/jan	12,22	155,93	0,08
Drieteenmeeuw	dec/jan	114,83	1481,19	0,08
Grote Stern	apr/mei, aug/sep	4,53	64,32	0,07
Noordse Stern/Visdief	aug/sep	25,29	136,44	0,19
Alk/Zeekoet	dec/jan	204,19	204,42	1,00

Door nu de flux op Meetpost Noord van een bepaalde soort te vermenigvuldigen met de factor "Tromp Binnen / Meetpost Noord" wordt de flux voor Tromp Binnen berekend. De resultaten van deze berekening zijn opgenomen in tabel 7.8 in het hoofdrapport (de schatting van aantallen vogelaanvaringsslachtoffers). Voor trekvogels zijn in die tabel de waarden van meetpost Noordwijk ongewijzigd aangehouden. Dit leidt mogelijk tot een overschatting van de aantallen op de locatie Tromp Binnen, maar gezien de wens tot voorzorg/worst case benadering van het Bevoegd Gezag achten wij dat beter dan een correctie.

Voor de berekening van aantallen vogelslachtoffers per soort is de verkregen waarde met 1,5 vermenigvuldigd voor vooral dagactieve c.q. overdag trekkende vogels (zodat wel ook rekening gehouden wordt met nachtelijke vliegactiviteit van de soort), respectievelijk met 10 vermenigvuldigd voor vooral nachtactieve vogels (lees: soorten die op de locatie vooral als nachttrekker zullen overvliegen). Deze factoren zijn een 'best guess', en met name de tweede factor is lastig te bepalen aangezien trekkende zangvogels in aanzienlijke golven 's nachts langs kunnen komen en niet op voorhand duidelijk is welk deel daarvan (nog) bij daglicht op Meetpost Noordwijk kon worden waargenomen. Voor de berekening is het verkregen getal ten behoeve van de berekening conform route 2 (zie toelichting in bijlage 7.4) omgerekend naar 1 (verticale) m^2 (onder de conservatieve aanname dat de waargenomen vogels tot een hoogte van 200 m vlogen zie Krijgsveld et al., 2005) en een heel jaar (365 dagen). Deze flux is dan toegesneden op de berekening conform route 2.

Voor de berekening conform route 2 is dan nog een aanvaringskans nodig (zie bijlage 7.4, de eerste tabel onder 'Route 2'), en een uitwijkingspercentage (zie tabel 12.5 in het hoofdrapport). Voor soorten waarvoor de uitwijking 100% is op grond van de genoemde tabel, is in de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers om redenen van voorzorg 95% uitwijking aangehouden. De berekening conform route 2 is vervolgens uitgevoerd en levert een schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers op.

7.6 BEREKENINGSWIJZE GEVOELIGHEID VOOR VERSTORING DOOR WINDTURBINES

Windturbines zullen een relatief grote invloed hebben op zeer verstoringsgevoelige soorten en een veel kleinere invloed op soorten die zich minder makkelijk laten verstoren. Overigens is de feitelijke verstoringsgevoeligheid voor de diverse soorten zeevogels niet bekend. Om deze te kunnen vaststellen zullen eerst (meer) windparken gebouwd moeten worden, waarin dan het benodigde onderzoek gedaan kan worden. Voor deze studie is daarom uitgegaan van een recente publicatie van Garthe & Hüppop (2004), waarin voor de meest relevante soorten een relatieve windturbinegevoeligheidsindex is gegeven. Garthe & Hüppop hebben deze indices gebruikt om voor het Duitse deel van de Noordzee, de windmolengevoeligheid uit te rekenen, op grond van het voorkomen van alle belangrijke soorten zeevogels. Daartoe vermenigvuldigden zij de Ln (gemiddelde dichtheid) van iedere soort met de betreffende gevoeligheidsindex en vervolgens telde men de uitkomsten voor alle soorten op. Er werd een gridgrootte van 10 minuten Oosterlengte bij 6 minuten Noorderbreedte gebruikt (op de hoogte van de Duitse Bocht zijn dat bijna vierkanten, van circa 11x11 km groot), waarbinnen de gemiddelde vogeldichtheden per soort werd berekend en vermenigvuldigd met de soortspecifieke gevoeligheden, waarna door optelling de totale gevoeligheden werden bepaald. De vogeldichtheden waren bepaald met behulp van scheepstellingen, waarbij (licht) gecorrigeerd werd voor vogels die tijdens de tellingen op grotere afstand van de schepen werden gemist.

De soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex (SWGI) is opgebouwd uit negen verschillende factoren, die geacht worden de gevoeligheid van een bepaalde soort voor windturbines op zee mede te bepalen. Deze zijn:

A wendbaarheid in de lucht
B hoogte waarop de soort zich meestal voortbeweegt in de lucht
C de hoeveelheid tijd die de soort vliegend doorbrengt
D de mate waarin de soort 's nachts vliegend actief is
E de gevoeligheid voor verstoring door schepen
F de mate waarin de soort flexibel is in zijn habitat/gebiedskeuze
G de totale, biogeografische populatiegrootte
H de normale overlevingskans van volwassen vogels
I de status op basis van de "European Threat and Conservation Status" (BirdLife International 2004).

Deze factoren zijn per vogelsoort door Garthe & Hüppop, in nauw overleg met een aantal andere internationale zeevogeldeskundigen, geschaald van 1 (zeer laag) tot 5 (zeer hoog). De SWGI werd vervolgens op grond van de waarden voor A tot en met I bepaald als:

SWGI = ((A3+B3+C3+D3)/4)*((E3+F3)/2)*((G3+H3+I3)/3)

Vervolgens is de Windturbinegevoeligheidsindex (WGI) van een bepaalde locatie berekend, op grond van de dichtheden van alle verschillende soorten zeevogels ter plaatse, gecorrigeerd voor hun SWGI, volgens:

WSI = Σspecies (ln (dichtheid + 1) × SWGI), ofwel:

De (natuurlijke logaritme van) de gesommeerde dichtheden van alle ter plaatse voorkomende zeevogels, elk vermenigvuldigd met hun soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex (SWGI). De dichtheden van zeevogels in een bepaald zeegebied worden bepaald middels strip-transecttellingen. Hierbij worden transecten over de zee per schip of per vliegtuig afgelegd, terwijl de vogels in strips met een bekende breedte langszij dit platform worden geteld (Tasker et al., 1984; Baptist, 1991). De vogeldichtheid is dan het aantal vogels binnen de getelde strip, gedeeld door het oppervlakte van die getelde strip. Als vogeldichtheden worden de gemiddelde vogeldichtheden gebruikt voor alle telstrips die binnen een bepaald oppervlak vallen (gridcel of polygoon, bijvoorbeeld van een windpark). In tabel B7.6.1 is de soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex voor de meest relevante zeevogelsoorten die op het NCP voorkomen, weergegeven, inclusief de onderliggende factoren.

Tabel B7.6.1 De soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex (SWGI) van de meest talrijke zeevogelsoorten op het NCP. Voor de factoren A-I, en voor de berekening van SWGI: zie tekst

soort	A	B	C	D	E	F	G	H	I	SWGI
Roodkeelduiker	5	2	2	1	5	4	5	3	5	48.8
Parelduiker	5	2	3	1	5	4	4	3	5	49.5
Fuut	4	2	3	2	3	4	4	1	1	19.3
Roodhalsfuut	4	2	1	1	4	5	5	1	1	21.0
Noordse Stormvogel	3	1	2	4	1	1	1	5	1	5.8
Jan-van-Gent	3	3	3	2	1	1	4	5	3	11.0
Aalscholver	4	1	4	1	3	3	4	3	1	20.0
Brilduiker	3	1	2	3	4	4	4	2	1	21.0
Toppereend	3	1	2	3	4	4	5	2	5	36.0

soort	A	B	C	D	E	F	G	H	I	SWGI
IJseend	3	1	2	3	4	4	2	2	1	15.0
Eidereend	4	1	2	3	4	4	2	4	1	23.3
Middelste Zaagbek	4	1	2	3	4	4	4	2	1	23.3
Zwarte Zee-eend	3	1	2	3	5	4	2	2	1	16.9
Grote Zee-eend	3	1	2	3	5	4	3	2	3	27.0
Zilvermeeuw	2	4	2	3	1	1	2	5	1	7.3
Kleine Mantelmeeuw	1	4	2	3	1	1	4	5	2	9.2
Kleine Jager	1	3	5	1	2	2	4	3	1	13.3
Grote Jager	1	3	4	1	2	2	5	4	2	16.5
Dwergmeeuw	1	1	3	2	2	3	5	2	4	16.0
Kokmeeuw	1	5	1	2	1	2	1	3	1	5.6
Zwartkopmeeuw	1	3	2	3	1	2	5	2	1	9.0
Stormmeeuw	1	3	2	3	1	2	2	2	4	9.0
Grote Mantelmeeuw	2	3	2	3	1	2	4	5	2	13.8
Drieteenmeeuw	1	2	3	3	1	2	1	3	1	5.6
Dwergstern	1	1	4	1	2	3	4	4	4	17.5
Grote Stern	1	3	5	1	1	3	4	4	4	20.0
Visdief	1	2	5	1	1	3	3	4	1	12.0
Noordse Stern	1	1	5	1	1	3	3	4	1	10.7
Zwarte Stern	1	1	4	1	2	3	4	4	4	17.5
Alk	4	1	1	1	2	3	2	5	2	13.1
Zeekoet	4	1	1	2	2	3	1	4	1	10.0
Papegaaiduiker	3	1	1	1	3	3	2	5	5	18.0
Kleine Alk	3	1	1	3	2	4	2	5	1	16.0

Door de windturbinegevoeligheidsindex van de soorten te combineren met de geschatte dichtheden van de soorten op het NCP kan een relatieve verstoringsgevoeligheidswaarde voor deelgebieden (in dit geval vlakken van 10x10 km) op het NCP worden berekend. Dit wordt hieronder uiteengezet.

Zoals in bijlage 7.5 al is beschreven, zijn op het Nederlandse Continentale Plat zowel scheepstellingen als tellingen per vliegtuig gedaan om zeevogeldichtheden vast te stellen. De resultaten zijn respectievelijk samengebracht in de European Seabirds At Sea Database (ESAS) en in een database die beheerd wordt door Rijkswaterstaat (voormalig RIKZ). Op dezelfde wijze als in de voorgaande bijlage is beschreven voor Tromp Binnen en Meetpost Noordwijk zijn voor het hele NCP vogeldichtheden geschat. Wij hebben de methode van Garthe & Hüppop (2004) toegepast op de verzamelde gegevens voor het NCP, waarbij een

gridgrootte van 10x10 km werd gebruikt. De methode werd toegepast voor de beide databases (ESAS en RIKZ) afzonderlijk, waarna de uitkomsten met een geo-statistische methode (Ordinary Kriging, met een richtingscomponent van 45 graden om tegemoet te komen aan de gemiddelde oriëntatie van de Nederlandse kustlijn) werden "uitgesmeerd" over het hele NCP.

Op grond van de bewerking van de gegevens van vogeltellingen werd de geschatte totale gevoeligheid van ieder 10x10 km blok (nu dus op grond van alle waarnemingen op het NCP) van ESAS en RIKZ gemiddeld, zodat voor ieder 10x10 km blok van het NCP een relatieve gevoeligheidswaarde berekend kon worden, gebaseerd op alle beschikbare data. Hiervoor zijn in eerste instantie de 6 telperioden van het RIKZ monitoringsprogramma gehanteerd (augustus/september, oktober/november, december/januari, februari/maart, april/mei en juni/juli), deze zijn vervolgens ook nog gemiddeld tot een jaarkaart (de windturbines zullen immers het hele jaar aanwezig zijn). De gebruikte datasets en seizoensindeling zijn gelijk aan die welke eerder gebruikt werden in het onderliggende zeevogelrapport (Leopold et al., in druk) voor het eerder genoemde rapport over de gebieden op het NCP met bijzondere natuurwaarden (Lindeboom et al., 2005). De contour van de locatie Tromp Binnen is over de 6 seizoens- en jaarkaart van relatieve windturbinegevoeligheid van de zeevogelgemeenschap gelegd (in GIS) en vervolgens is de gevoeligheid ter plaatse vergeleken met de gevoeligheid in een ruim gebied rond de locatie. In de cartografie is dezelfde schaal aangehouden die ook door Garthe & Hüppop (2004) voor het Duitse deel is gebruikt, met enkele verfijningen.

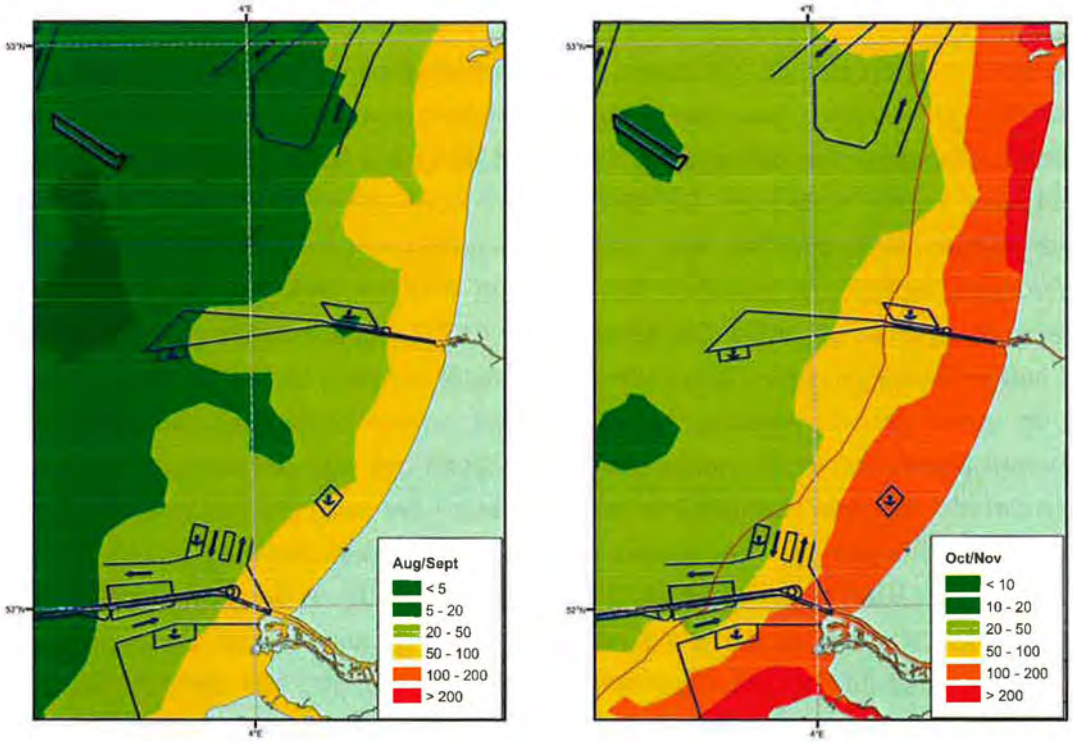
De resultaten die met de hier beschreven methode zijn verkregen, worden beschreven in bijlage 7.7.

7.7 SEIZOENSGEVOELIGHEID VERSTORING VAN VOGELS

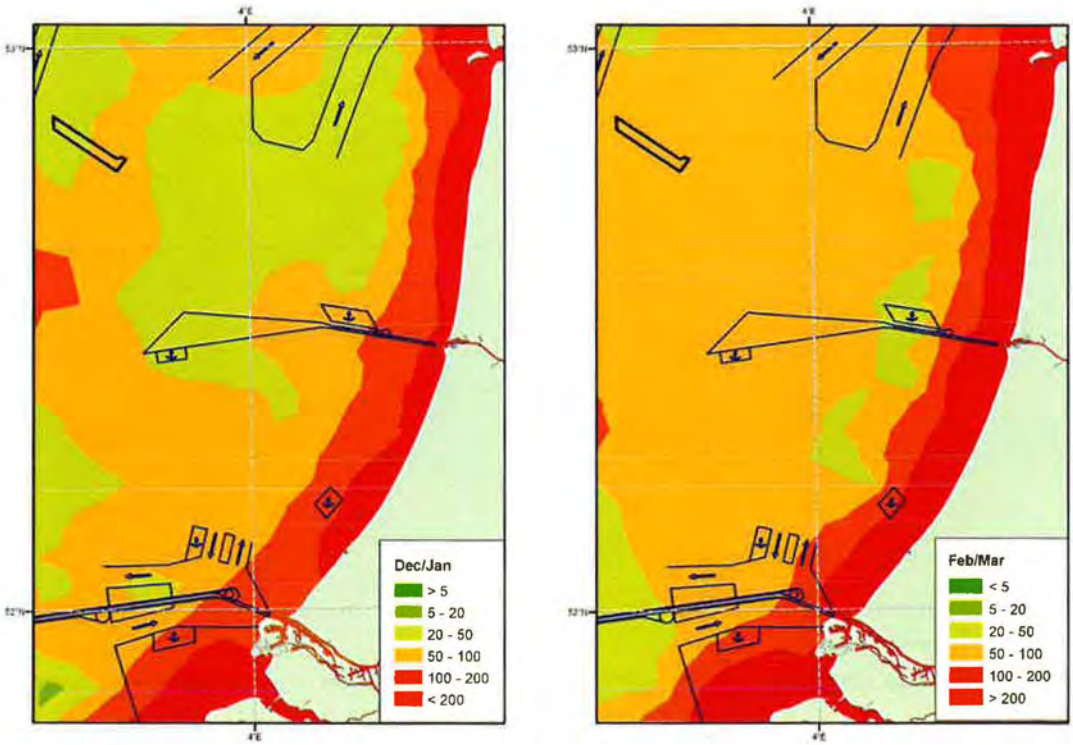
De figuren B7.7.1 tot en met B7.7.4 geven de seizoensinvloed op de verstoring van vogels. Het betreft de gemiddelde, gesommeerde windturbinegevoeligheid van alle ter plaatse voorkomende zeevogels voor een groot gebied rond de locatie Tromp Binnen, die is aangegeven met een zwarte polygoon. De blauwe contouren geven belangrijke doorgaande scheepvaartroutes, aanlooproutes voor havens en ankergebieden voor zeeschepen aan. Achtereenvolgens worden de kaartbeelden gegeven voor de perioden: aug/sep, okt/nov, dec/jan, feb/mar, apr/mei en jun/jul. De laatste figuur (B.7.7.4) geeft de jaargemiddelde en de maximale seizoenswaarde weer. De maximale waarde is opnieuw berekend door middel van Kriging [1] op grond van de seizoensmaxima per cel, waardoor waarden en isolijnen iets anders kunnen liggen dan in de maandkaarten. Dit geeft ook aan dat het gaat om globale beelden en dat niet met een resolutie van een kilometer naar deze plaatjes gekeken dient te worden. De berekeningen zijn gebaseerd op dichtheden zoals bepaald tijdens boot- en vliegtuigsurveys van RIKZ tussen februari 2002 en januari 2007 en de soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindices van Garthe & Hüppop (2004). De klassen van Garthe & Hüppop (2004) voor het Duitse deel van de Noordzee is aangehouden, met een verfijning in de lage waarden (<20). Zeer hoge waarden (van ver boven de 100) komen uitsluitend ruim binnen de 12-mijlszone voor (aangegeven met een getrokken rode lijn), waarden tussen de 50 en 100 komen in de winter ook verder offshore voor in de Zuidelijke Bocht. Dergelijke waarden zijn voor de locatie Tromp Binnen nooit vastgesteld en worden ook niet berekend op grond van interpolatie.

---

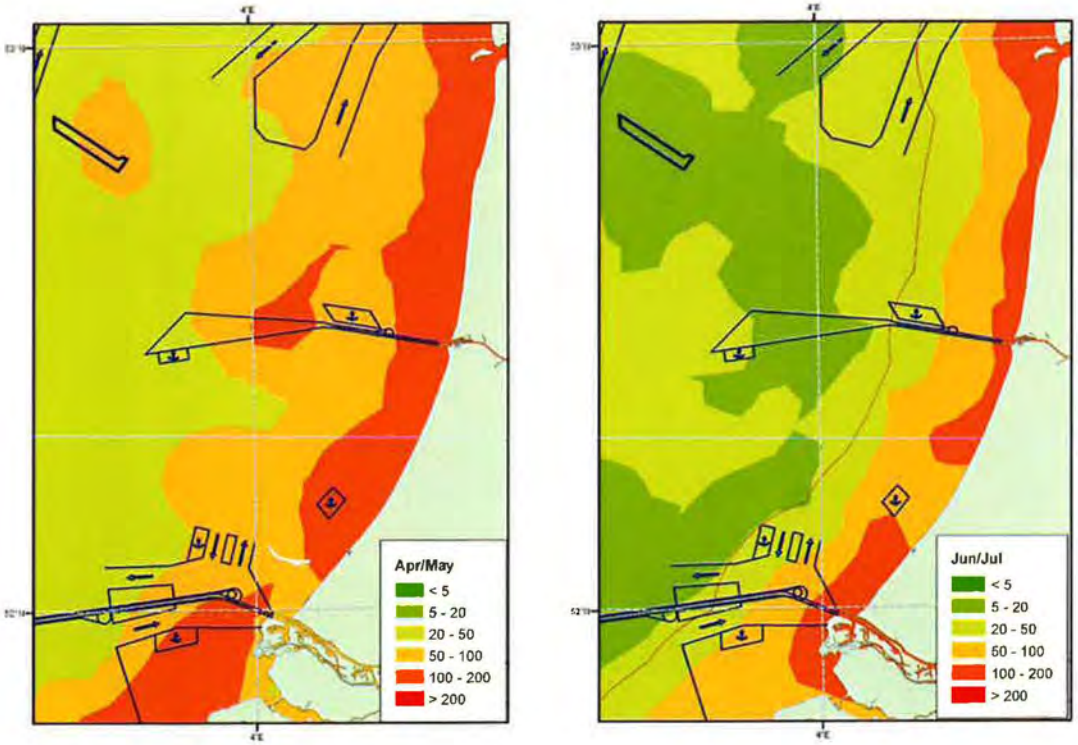
[1] Statistische methode afkomstig uit de mijnbouw, waarbij op grond van schaarse en verspreid liggende monsters, voor een heel gebied kan worden voorspeld waar een bepaalde grondstof voorkomt.



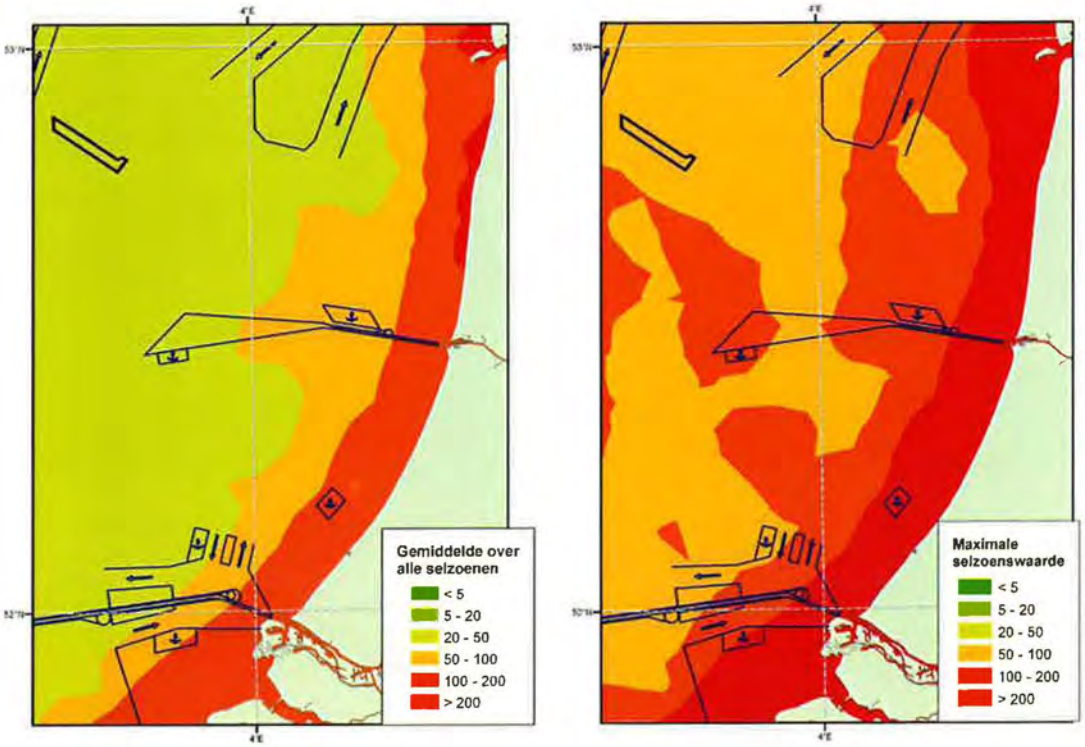
Figuur B 7.7.1



Figuur B 7.7.2



Figuur B 7.7.3



Figuur B 7.7.4

7.8 VERSTORING MEEUWEN EN STERNS

In de Deense onderzoeken naar verstoring van vogels door een windpark (zie het hoofdrapport) wordt gesignaleerd dan een windpark meeuwen kan aantrekken. De aantrekkingskracht van het windpark voor meeuwen is volgens deze informatie vermoedelijk gelegen in de aanwezigheid van onderhoudsschepen in het windpark, maar lijkt voor de Nederlandse situatie minder relevant. Op het NCP worden de grootste aantallen meeuwen gevonden rond vissersschepen en deze zullen in het windpark niet meer mogen vissen. De aantallen meeuwen rond vissersschepen zijn vele malen groter dan rond onderhoudsschepen, waardoor voor deze soorten verwacht mag worden dat binnen de grenzen van het windpark de aantallen zullen dalen, en niet zoals in de Deense situatie, zullen toenemen. Ook ten aanzien van deze groep is de precieze inrichting van het windpark niet van belang. Visserij zal hoe dan ook geweerd worden en piekaantallen meeuwen, zoals deze voorkomen rond vissersschepen, zullen in het windpark niet meer optreden. Uit de Deense studie rond Horns Rev kwam ook naar voren, dat sterns het park totaal meden, maar dat ze wel in hogere aantallen vlak langs de randen van het park foerageerden, in het zog van de buitenste turbinepalen (Petersen & Fox, 2006). Bij deze vogels gaat het dus niet zozeer om habitatverlies (ter plaatse van het park zelf) maar om een verplaatsing over een kleine afstand naar de rand van het park.

Meeuwen en sterns zullen, in tegenstelling tot andere vogelsoorten, het windpark niet mijden. Sterns rusten niet op zee, meeuwen doen dat vaak wel en liefst in de buurt van een groot object zoals een offshore platform of een geankerd schip. Het is goed mogelijk dat grote en kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen in of bij het windpark in groepen zullen gaan overnachten. De ecologische betekenis hiervan lijkt zeer gering. Zonder windpark zouden ze wellicht ook op zee gaan slapen, maar dan bij een offshore platform in de buurt. Op de fundering van windturbines zouden meeuwen (en aalscholvers) kunnen gaan rusten, als dat fysiek mogelijk is. Ze zouden er zelfs kunnen gaan broeden, zoals ook bij offshore platforms wel gebeurt. Hierdoor zou een offshore broedkolonie kunnen ontstaan.

7.9 BIOGEOGRAFISCHE EN NEDERLANDSE POPULATIE

Biogeografische populatie

De populatiegroottes zijn als volgt verkregen. Voor aalscholver, dwergmeeuw, futen en duikers zijn getallen gehaald uit Appendix C bij Prins et al. (2008). Voor de twee groepen kleine en middelgrote zangvogels is een schatting gemaakt aan de hand van Lensink & Van der Winden (1997). Voor de overige soorten/soortgroepen zijn per soort getallen gehaald uit Delany & Scott (2006).

De berekening is gebaseerd op de (eventuele) ondergrens van de populatiegrootte, behalve bij de Dwergmeeuw waar dit getal duidelijk te laag lijkt. Voor deze soort is de bovengrens gehanteerd.

De Nederlandse populatie

Voor de gevraagde toetsing is 'de Nederlandse populatie' gedefinieerd als het maximale aantal dat van een soort gedurende het jaar in ons land aanwezig is. Om tot aantallen voor soorten of soortgroepen te komen, moest een aantal aannames worden gedaan en gegevens worden verzameld.

Keuze van de soorten per soortgroep

- Welke soorten horen bij een soortgroep? In tabel B.7.9.1 zijn de relevante soorten voor windmolenparken offshore vermeld, waarvan de gegevens beschikbaar zijn.
- Soortgroepen: In tabel B.7.9.1 worden verschillende soorten en soortgroepen behandeld. In het geval van de meeuwen wordt er naast 'meeuwen totaal' (alle soorten bij elkaar) onderscheid gemaakt tussen 'grote meeuwen' (Grote Mantelmeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Zilvermeeuw) en 'kleine meeuwen' (Stormmeeuw en Kokmeeuw). Dwergmeeuw en Drieteenmeeuw worden wel apart onderscheiden. Ook in de landvogels worden twee groepen gesplitst te weten de 'kleine zangvogels' (vogels zoals Roodborst, Tjiftjaf, Vink etc.) en 'middelgrote zangvogels' (vogels zoals lijsters etc.). Deze samenvoegingen zijn het gevolg van overeenkomstige samenvoegingen in tabel 6.1 in Krijgsveld et al. (2005), welke ook zijn gebruikt voor hoofdstuk 7 van dit MER.
- Binnen soortgroepen zijn een aantal schaarse soorten niet meegnomen. Hierdoor zijn de totale aantallen van de betreffende soortgroep soms een onderschatting ten opzichte van de werkelijke populatie. Dit leidt tot een situatie waarin grotere relatieve effecten berekend worden. In de werkelijke situatie zullen de effecten dan minder groot zijn, hetgeen aansluit bij de wens van de overheid voor een worst case benadering.

- Van een aantal soorten en soortgroepen, waarvoor relevante Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zal de Passende Beoordeling een nauwkeuriger berekening geven van de relatieve effecten voor de aantallen in Natura 2000-gebieden. Dit zal een aanvulling zijn op navolgende berekeningen.

Keuze aantalsgegevens en bron daarvan.

In onderstaande tabel is te zien dat voor een aantal soorten/ soortgroepen de gemiddelde seizoensmaxima zijn gebruikt, zoals beschreven in de Sovon-monitoringsrapporten (zie referenties onder navolgende tabel), voor een aantal soorten/soortgroepen het aantal broedparen (ook uit Sovon rapportages) en voor een aantal soorten/ soortgroepen een schatting van in Nederland (incl NCP) verblijvende aantallen (Bijlsma et al. 2001). De keuze hiervoor is gebaseerd op expert inschatting van wat de best beschikbare waarden zijn.

Tabel B7.9.1 Nederlandse populatie voor soort/ soortgroepen in windmolenparken op zee.

Soort/ soortgroep	**Nederlandse Populatie**	**Bron gegevens (referentie onder de tabel)**
Jan van Gent	36.000	Bijlsma et al. 2001
Aalscholver	Broedvogels 23.300 paar (>47.000 ex.)	Van Dijk et al 2008
Dwergmeeuw	14.000	Bijlsma et al. 2001
Drieteenmeeuw	150.000	Bijlsma et al. 2001
Futen	Fuut: 30.000	Bijlsma et al. 2001
Duikers	Roodkeelduiker 10.000, Parelduiker circa 500 Totaal: 10.500	Bijlsma et al. 2001
Alkachtigen	Alk: 44.000, Zeekoet: 240.000, Totaal: 284.000	Bijlsma et al. 2001
Stormvogels	230.000	Bijlsma et al. 2001
Jagers	Kleine Jager: 1200, Grote Jager: 2900, Totaal: 4.100	Bijlsma et al. 2001
Sterns	Grote stern 36.000, Visdief 40.000, Noordse stern 2.200, Dwergstern 1.200, Totaal: 80.400	Van Dijk et al 2008
Grote meeuwen	Grote mantelmeeuw 100.000, Kleine mantelmeeuw 200.000, Zilvermeeuw 400.000 Totaal 700.000	Bijlsma et al. 2001
Kleine meeuwen	Stormmeeuw 350.000, Kokmeeuw 300.000 Totaal 650.000	Bijlsma et al. 2001
Ganzen en zwanen	Brandgans: 400.000 Kleine zwaan 13.260, Rotgans 81.800, Toendrarietgans 158.000, Kolgans 700.000, Grauwe gans 300.000 Totaal 1.653.060.	Van Roomen et al. 2007, 2006
Eenden	Smient 660.000, Topper 80.000, Brilduiker 16.000, Middelste zaagbek 8.500 , Grote zaagbek 8.000,	Van Roomen et al. 2007, 2006, 2005

Soort/ soortgroep	Nederlandse Populatie	Bron gegevens (referentie onder de tabel)
	Bergeend 81.000, Tafeleend 69.000, Kuifeend 140.000, Krakeend 28.000, Slobeend 14.000, Wilde eend 400.000*, Pijlstaart 25.000, Wintertaling 42.000 Totaal 1.571.500	*Bijlsma et al. 2001
Zee-eenden	Zwarte zee-eend 60.000, Eider 112.000 Totaal 172.000	Van Roomen et al. 2007, 2006
Steltlopers	Kluut 19.000, Kleine plevier 1.200**, Bontbekplevier 12.000, Paarse strandloper 272, Regenwulp 1.202, Kanoet 120.000, Goudplevier 200,000*, Zilverplevier 64.000, Drieteenstrandloper 18.000, Krombekstrandloper 4.300, Bonte strandloper 400.000, Kemphaan 10.000, Watersnip 6.000, Grutto 22.000, Rosse Grutto 126.000, Wulp 162.000, Tureluur 52.000, Groenpootruiter 10.000, Steenloper.5.100 Totaal 1.233.074	Van Roomen et al. 2007, 2006, 2005 *Bijlsma et al. 2001 **Van Dijk et al 2008
Kleine zangvogels Middelgrote zangvogels	Vogels zoals Roodborst, Tjiftjaf, Vink etc, 20.000.000 Vogels zoals lijsters etc., 20.000.000	Aanname zangvogels: Een hele grote groep, waarvan een schatting op het NCP moeilijk is. Op grond van Lensink & Van der Winden (1997) is een 'veilige best guess' gemaakt.

De bovenstaande aantallen zijn gebaseerd op gepubliceerde gegevens in Sovon-watervogelrapporten (Van Roomen et al 2005, 2006, 2007), De Avifauna van Nederland deel 2: Algemene en schaarse soorten (Bijlsma et al. 2001) en het recentste Sovon-broedvogelrapport (Van Dijk et al. 2008). De bovenstaande aantallen zijn de gemiddelde maxima die jaarlijks in Nederland aanwezig zijn. Een deel van deze gemiddelde maxima zijn rechtstreeks afkomstig uit de genoemde watervogelrapporten, en een deel zijn berekend aan de hand van gepubliceerde jaarlijkse maxima in diezelfde rapporten.

7.10 BESCHRIJVING MODEL DOORWERKING VISLARVEN

Bijgaande bijlage bevat een toelichting (methodologie effecten analyse en effectenanalyse) op de modelberekeningen van vislarvensterfte en doorwerking op vogels en zeezoogdieren voor Tromp Binnen zoals uitgevoerd door Deltares waarvan de resultaten staan opgenomen in hoofdstuk 7 en hoofdstuk 8 van het MER Tromp Binnen.

Deze bijlage bevat een kopie van pagina's uit de Passende Beoordeling van Breeveertien II. Het windturbinepark Breeveertien II is een initiatief van Airtricity. De Passende Beoordeling van Breeveertien II is aan RWE ter beschikking gesteld in het kader van een initiatief om in een gezamenlijk traject voor de verschillende parken Passende Beoordelingen op te stellen. De specifieke resultaten (tabel 17, 23, 24) voor Breeveertien II dienen daarom slechts als voorbeeld te worden gezien; de specifieke resultaten voor Tromp Binnen staan opgenomen in hoofdstuk 7 en 8 van het MER Tromp Binnen.

6 Methodologie Effectenanalyse

In dit hoofdstuk worden de methoden beschreven die gehanteerd worden bij de bepaling van de effecten op soorten en Natura 2000-gebieden die in Hoofdstuk 4 zijn afgebakend. Achtereenvolgens wordt ingegaan op vislarven, vogels en zeezoogdieren.

6.1 VISLARVEN

In deze paragraaf wordt een beschrijving gegeven van het onderzoek naar de effecten van heien ten behoeve van de aanleg van windmolenparken op de aanvoer van vislarven naar de beschermde Natura 2000-gebieden Voordelta, Noordzeekustzone en Waddenzee. Het onderzoek is uitgevoerd op basis van de uitgangspunten die beschreven zijn in het Deltares rapport Z4513, met wijzigingen op enkele details (Prins *et al*, 2008).

6.1.1 HET VISLARVENMODEL

Het model is ontwikkeld door WL|Delft Hydraulics (nu: Deltares) en RIVO (nu: Wageningen IMARES) voor toepassing in de studie naar de effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de aanvoer van vislarven naar de Waddenzee. De toepassing in de huidige Passende Beoordelingen maakt gebruik van de modelinstellingen die ontwikkeld zijn in de Maasvlakte-2 studie (Zie Bolle *et al* (2005) voor een uitgebreide beschrijving).
Een eerste toepassing van het model voor het berekenen van de effecten van de aanleg van offshore windmolenparken was de generieke rapportage die door Deltares is opgesteld in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst (Prins *et al*, 2008).
In de Maasvlakte-2 studie is het model gevalideerd en is een gevoeligheidsanalyse van het model uitgevoerd (Bolle *et al*, 2005).

6.1.2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN HET MODEL

Het model beschrijft het hydrodynamisch transport van concentraties van eieren en larven in de zuidelijke Noordzee voor Schol, Tong en Haring.
De hydrodynamische modellering wordt uitgevoerd in Delft3D-Flow, en maakt gebruik van het ZUNOGROF grid (zie Prins *et al*, 2008). De grootte van de gridcellen varieert, afhankelijk van de locatie in de zuidelijke Noordzee. In het deel van het NCP voor de Hollandse kust is de grootte van de gridcellen ongeveer 5 bij 5 kilometer.
Het model berekent het transport van eieren en larven vanaf specifieke gebieden die overeenkomen met de relevante paaigronden. De model run start met een vast aantal eieren en larven op de paaigronden. Die initiële aantallen zijn overigens niet gerelateerd aan werkelijk waargenomen aantallen op de paaigronden. Het model bevat een aantal biologische processen,

zoals groei in relatie tot watertemperatuur, en verschillende gedragsaspecten die afhangen van het stadium van ontwikkeling van de larven.

Gesimuleerde jaren

In de Maasvlakte-2 studie is gebleken dat er grote verschillen zijn tussen jaren, in de aantallen larven die in de Waddenzee aankomen. Die verschillen worden veroorzaakt door verschillen in hydrodynamisch transport tussen die jaren. In de Maasvlakte-2 studie zijn modelberekeningen gedaan voor de jaren 1989 en 1996 t/m 2003. Op basis van de resultaten van die studie is voor de generieke rapportage over de effecten van de aanleg van windmolenparken (Prins *et al*, 2008) een selectie gemaakt van te simuleren jaren, namelijk:

- 1996: beperkt transport langs de Hollandse kust
- 2000: gemiddeld transport langs de Hollandse kust, hoogste aanvoer naar de Waddenzee
- 2002: snel transport langs de Hollandse kust

Uit de generieke studie is gebleken dat de verschillen in hydrodynamisch transport tussen jaren leiden tot verschillen in aanvoer van larven van Schol, Tong en Haring naar Voordelta, Hollandse kust en Waddengebied. Het effect verschilt per soort en per gebied.
De keuze voor deze 3 jaren is gemotiveerd vanuit de wens het hele bereik aan hydrodynamische omstandigheden te dekken.

Paaigebieden

In het model zijn twee paaigebieden van Schol gebruikt, die als relevant worden beschouwd voor de aanvoer van larven naar Voordelta, Noordzeekustzone en Waddenzee. Die gebieden zijn de paaigronden in de zuidelijke bocht van de Noordzee en de paaigronden in het oostelijk deel van de Engelse wateren in het Kanaal. Dit laatste gebied was in de eerder uitgevoerde generieke studie niet gebruikt maar is met name voor de Voordelta wel van belang.

- Voor Schol zijn ook de paaigronden op de Doggersbank belangrijk, met name voor de larvenaanvoer naar de Duitse en Deense Waddenzee en kustwateren. Het hydrodynamisch transport in het noordelijk deel van het NCP wordt in het huidige model echter niet goed gesimuleerd, zodat de resultaten voor die paailocatie en voor de Duitse en Deense gebieden niet betrouwbaar zijn. In de praktijk betekent dit ook dat het huidige model niet geschikt is voor het berekenen van effecten van windmolenlocaties ten noorden van de Waddeneilanden.
- Voor Tong is het hele kustgebied van Frankrijk tot de Duitse/Deense Waddenzee in het model gebruikt als paaigrond.
- Voor Haring is het "Downs" gebied in het oosten van het Engelse deel van het Kanaal van belang.

In Bos *et al* (2008) zijn de gegevens over paaigebieden en dergelijke verder uitgewerkt

Periode van larventransport

Het model berekent het larventransport vanaf het moment van paai tot het moment dat de larven in de beschermde gebieden aankomen. Die periode verschilt per soort:

- Schol: 15 december – 1 juni
- Tong: 1 maart – 1 juli

- Haring: 1 januari – 1 juni

De gemodelleerde periode voor Schol wijkt af van de periode gebruikt in de generieke studie. Dit hangt samen met het feit dat nu ook de paaigronden in het Kanaal zijn meegenomen in de modelberekening.

Gemodelleerde gedragaspecten van vislarven

In het model wordt aangenomen dat eieren en vroege larvale stadia passief getransporteerd worden met de waterstroom. In de latere larvale en vroege juveniele stadia van Schol is aangenomen dat de dieren selectief, getijdenafhankelijk, gedrag vertonen. Tijdens de vloedfase bevinden de dieren zich hoger in de waterkolom, terwijl ze zich tijdens de ebfase juist dichter bij de zeebodem bevinden. Dit transport resulteert in een versneld transport richting de kust en estuaria. Voor Tong is minder duidelijk dat dit selectieve gedrag optreedt, en wordt daarom in het model voor alle stadia aangenomen dat het transport passief is. Haring vertoont een dagelijks verticaal migratiepatroon, dat toeneemt naarmate de larven groter worden. Dit patroon heeft echter slechts een gering effect op de transportsnelheid richting de kust.

Referentiescenario

De referentie in deze studie is gelijk aan het referentiescenario dat is gebruikt in de generieke studie en het T_0 scenario dat is gebruikt in de Maasvlakte-2 studie.

6.1.3 STERFTE ALS GEVOLG VAN HEIEN

Zoals in de generieke studie al aangegeven, is er een grote kennislacune op het gebied van de effecten van heien in zee op vislarven. Op grond van een aantal afwegingen is in de generieke studie de aanname gedaan dat er 100% sterfte optreedt onder vislarven tot op een afstand van 1000 meter van de heilocatie, uitgaand van de geluidsniveaus die optreden bij heien van de funderingen van windmolens op zee.
In de generieke studie is een niveau van 183 dB re µPa als drempel gehanteerd voor schadelijke effecten. Het is afhankelijk van de bronsterkte bij het heien en de uitdoving tot op welke afstand van de heilocatie het geluidsniveau die drempelwaarde overschrijdt. Omdat er wetenschappelijke onzekerheid is over zowel de mate van uitdoving als de drempelniveaus voor sterfte, wordt in deze Passende Beoordeling het effect van heien berekend uitgaande van 100% sterfte tot op een afstand van 1000 meter, analoog aan de generieke studie. Dit dient te worden beschouwd als worstcase scenario, de werkelijke sterfte zal naar alle waarschijnlijk lager liggen door een kleinere afstand waarop sterfte optreedt, en/of door een lagere sterfte niveau dan 100% op de veronderstelde afstand (zie ook Bijlage IX).
Om de gevoeligheid van de resultaten voor deze aannames te toetsen, is voor de locatie Breeveertien II het effect van heien ook berekend met een aantal andere aannames, nl. 100% sterfte over een afstand van resp. 100, 250, 500 en 750 meter.

Het model rekent met tijdstappen van 15 minuten. Die tijdstap is in het algemeen veel korter dan de verversingstijd van een waterkolom met een straal van 1000 meter. Ter illustratie: bij een stroomsnelheid van 1 m/s is minder dan de helft van de waterkolom ververst. Er is daarom een getijdengemiddelde correctiefactor berekend op basis van de maximale gemodelleerde stroomsnelheid op de heilocatie.

In het model is de locatie van een windmolenpark aan 1 cel van het ZUNOGROF model grid toegekend. Het oppervlak van de gridcellen in het model is veel groter dan het oppervlak van het gebied waar door het heien sterfte optreedt. Omdat het model in elke tijdstap de concentratie in de hele gridcel opnieuw berekent, is een tweede correctiefactor toegepast om voor dit effect te corrigeren. Die correctiefactor is afgeleid van de verhouding tussen het oppervlak van de gridcel en het oppervlak waar sterfte optreedt. De optredende sterfte is omgerekend naar een getijdengemiddelde sterfte.

Frequentie en periode hei-activiteit

Er is uitgegaan van een scenario voor het heien dat gelijk is aan het Standaard scenario dat is toegepast in de generieke studie, d.w.z. een repeterende cyclus van 3 dagen, bestaande uit 2 opeenvolgende dagen 3 uur heien en daarna 1 dag zonder heien.
Als worstcase benadering is voor ieder park gerekend met een heiperiode die de gehele periode van de model run beslaat. Die periode van de model run is voor Schol januari t/m mei, voor Tong de periode maart t/m juni, en voor Haring de periode januari t/m mei.

Analyse van de modelresultaten

De modelresultaten zijn geanalyseerd door het totaal aantal larven dat in een bepaald jaar in een beschermd gebied arriveert in het referentiescenario te vergelijken met het aantal larven in een modelberekening waarin sterfte als gevolg van heien is opgelegd. Het effect wordt uitgedrukt als de percentuele afname van het aantal larven dat een gebied bereikt wanneer er geheid wordt:

$$\text{Effect} = (N_{ref}-N_{hei})/N_{ref}*100\%$$

waarbij N_{ref} = aantal larven dat een gebied bereikt in het referentiescenario
N_{he} = aantal larven dat een gebied bereikt in een heiscenario

Het verschil met de referentie wordt veroorzaakt door de opgelegde sterfte, omdat alle andere modelinstellingen gelijk zijn gehouden. De vergelijking met de referentie wordt per jaar en per beschermd gebied gemaakt, voor Schol, Tong en Haring

Gevoeligheidsanalyse

In de generieke studie is aangenomen dat heien plaats vindt gedurende de hele looptijd van het model. Zoals vermeld in paragraaf 2.4, is die periode:

- Schol: 15 december – 1 juni
- Tong: 1 maart – 1 juli
- Haring: 1 januari – 1 juni

Voor de locatie Breeveertien II is nagegaan, in welke mate de periode van invloed is op de omvang van het effect van heien. Hiertoe is een modelberekening uitgevoerd met sterfte door heien alleen gedurende de eerste helft van de periode van larventransport, of alleen gedurende de tweede helft.

Voor de locatie Breeveertien II is tevens nagegaan in hoeverre de resultaten worden beïnvloed door de aanname over de afstand waarover heien tot sterfte van vislarven leidt.

In de standaardberekeningen is er van uit gegaan dat er sterfte optreedt over een afstand tot 1000 m van de heilocatie. Voor de locatie Breeveertien II zijn berekeningen uitgevoerd met kortere effectafstanden.

6.1.4 DOORWERKING OP JUVENIELEN, OVERIGE PROOIVISSOORTEN EN KRAAMKAMERFUNCTIE WADDENZEE

Overige prooivissoorten

Op grond van "expert judgement" is voor de overige vissoorten die prooi zijn voor vogels en zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden een inschatting gemaakt in hoeverre deze beïnvloed zouden kunnen worden door heien. Deze inschatting is voornamelijk gebaseerd op de locatie van de paaigronden t.o.v. de windmolenparken en de kustgebieden, en daarnaast ook op grond van het gedrag van de larven voor zover bekend. De lijst met prooisoorten bevat ook de belangrijkste kinderkamersoorten.

Juvenielen

De vraag is nu wat een eventuele reductie in larven betekent voor de abundantie van juvenielen. Dit is van belang met oog op verandering in voedselbeschikbaarheid voor vogels en zoogdieren, maar ook met oog op de kinderkamerfunctie van kustwateren. Deze doorvertaling wordt in belangrijke mate bepaald door het belang van de kinderkamerfunctie van het gebied voor de betreffende soort. Voor veel mariene vissoorten geldt dat relatieve jaarklassterkte bepaald wordt gedurende de ei- en larvale stadia (Cushing 1982, Legget & Deblois 1994). Gedurende deze periode vindt de meeste mortaliteit plaats, en ontstaat de meeste variabiliteit tussen jaren. Als een jaarklas relatief sterk is aan het begin van de juveniele levensfase, dan blijft deze jaarklasse meestal ook relatief sterk in de opeenvolgende jaren. Dichtheidsafhankelijke processen gedurende de juveniele en adulte levensstadia temperen mogelijk de variabiliteit enigszins, maar veranderen niet het relatieve patroon in jaarklassterkte (van der Veer *et al,* 2000). Voor alle soorten die mogelijk bloot gesteld worden aan mortaliteit t.g.v. heien, wordt aangegeven in hoeverre dat door zou kunnen werken in de juveniele levens fase.

Kraamkamerfunctie

Een van de kernopgaven (1.03) voor de Waddenzee luidt:
Overstroomde zandbanken & biogene structuren: Verbetering kwaliteit permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied) H1110_A o.a. met biogene structuren met mossels. Tevens van belang als leefgebied voor Eider A063 en als kraamkamer voor vis.

Deze kraamkamerfunctie voor vis staat los van het belang van vislarven als stapelvoedsel voor visetende vogels en zeezoogdieren, zoals hieronder besproken.
Deze kinderkamerfunctie laat zich het beste vertalen in de doorwerking van de larvensterfte naar het effect op bestandsniveau. Hiertoe wordt doorberekend wat de reductie van vislarven van een enkele jaarklasse betekent voor de gehele biomassa van het bestand van de betreffende vissoort (dit eerder op basis van *expert-judgement*).

6.2 DOORWERKING OP VOGELS EN ZEEZOOGDIEREN

6.2.1 SELECTIE RELEVANTE SOORTEN

Kwaliteitsverlies van de Natura 2000-gebieden door vislarvensterfte uit zich ondermeer in een mogelijke verminderde beschikbaarheid van vis voor visetende vogels en zeezoogdieren. Om na te gaan wat de doorwerking zou kunnen zijn van vislarvensterfte op de in de Natura 2000-gebieden beschermde vogels en zeezoogdieren is, na de doorvertaling van larven naar juvenielen, een analyse gedaan volgens de volgende stappen:

1. Soorten visetende zeevogels en zeezoogdieren
   Langs het traject tussen heilocatie en de verschillende mariene Natura 2000-gebieden komen verschillende soorten visetende zeevogels en zeezoogdieren voor. Deze zijn allemaal beschermd onder de EU Vogelrichtlijn, de EU Habitatrichtlijn en onder nationale wetgeving. Om deze reden worden alle getalsmatig belangrijke soorten hier behandeld, maar de analyse zoomt in op die soorten die kwalificerend zijn voor de verschillende Natura 2000-gebieden.

2. Dieet van de verschillende soorten zeevogels en zeezoogdieren
   De geselecteerde zeevogels en zeezoogdieren eten uiteraard niet alleen die soorten waarvan de larvensterfte werd gemodelleerd. Op grond van literatuuronderzoek is nagegaan hoe breed de dieetkeuze is van de diverse soorten, in de Natura 2000-gebieden, in het Nederlandse deel van de Noordzee en indien relevant, of indien onvoldoende informatie beschikbaar is voor deze Nederlandse wateren, in gebieden buiten, maar dichtbij Nederland.

3. Voortplantingsbiologie van Haring, Schol en Tong
   Van belang voor deze analyse is, in hoeverre additionele sterfte van vislarven op open zee, leidt tot veranderingen in de aantallen larven die na transport naar de beschermde kinderkamers in de zoute Natura 2000-gebieden, aankomen en opgroeien. Er is daarom op grond van visserij-biologische studies aan de gemodelleerde vissoorten nagegaan wat de relatie is tussen aantallen vislarven en aantallen opgroeiende nuljarige vis en aantallen oudere vissen in de jaren daarop: de recruiment-stock relatie. Dit is gedaan om inzicht te krijgen in de vraag of er niet zoveel natuurlijke sterfte is onder vislarven, tussen het moment van heien en het moment van aankomst in de Natura 2000 kinderkamers, dat een eventueel effect van heien (larvensterfte) al is uitgedoofd voordat de larven aankomen bij de kust. Het dieet van de meeste zeevogels en zeker van de zeezoogdieren bestaat niet uit vislarven, maar uit oudere vissen dus er dient een relatie te zijn tussen de vislarvensterfte op de Noordzee en de aantallen prooivissen die later beschikbaar komen voor de vispredatoren. Als deze relatie niet bestaat, is er geen impact van het heien, via vislarvensterfte, op de foerageermogelijkheden van deze toppredatoren in de Natura 2000-gebieden die in deze Passende Beoordeling worden onderzocht

4. Biologie van andere prooivissoorten dan Haring, Schol en Tong
   Voor de belangrijkste prooivissoorten die uit de dieetstudie kwamen is nagegaan in hoeverre hun voortplantingsbiologie lijkt op die van de gemodelleerde vissoorten Haring, Schol of

Tong. Hierbij is gekeken naar de plaats en het seizoen van paaien en naar larventransport. Hieruit moet blijken in hoeverre belangrijke prooivissen, anders dan de gemodelleerde soorten, ook zullen lijden onder het heien in die zin dat er larvensterfte optreedt die na larventransport kan leiden tot een verminderde kwaliteit van de kraamkamers in mariene Natura 2000-gebieden.

5. Inzoomen op de meest relevante soorten zeevogels en zeezoogdieren
   Als meest relevante soorten worden die predatoren gezien, die:
   - een dieet hebben waarin vissoorten en -jaarklassen waarvan verwacht mag worden dat deze (als opgroeiende vis in de kraamkamers) te leiden hebben van het heien, een belangrijke rol spelen;
   - niet zeldzaam of schaars zijn in Nederlandse wateren;
   - kwalificerend zijn voor (een van) de mariene Natura 2000-gebieden

Met de uit dit proces voortgekomen selectie van vogels is de berekening voor de doorwerking van de reductie van vislarven gedaan.

6.2.2 BEREKENING DOORWERKING

Voor windpark Breeveertien II is op basis van het model in paragraaf 6.1 en de doorvertaling naar juvenielen in paragraaf 6.1.4 de reductie van de aantallen opgroeiende visjuvenielen berekend voor ieder Nederlands zout Natura 2000-gebied, voor de soorten Haring, Schol en Tong. Deze maximale percentages zijn in eerste instantie gebruikt als uitgangspunt voor de berekeningen voor de doorwerking van de vislarvenreductie. Deze berekening is uitgevoerd voor de selectie van vogels en zeezoogdieren volgens de methode beschreven in de vorige paragraaf. In deze berekening zijn de volgende stappen gezet:

1. Wat is de maximale reductie van de vislarvensoort Haring, Tong of Schol

2. Wat betekent dit voor de belangrijkste prooisoorten voor de geselecteerde vogels en zeezoogdieren; twee varianten zijn doorgerekend:
   a. een met de reductie als vislarven
   b. een met de reductie als juvenielen; veel soorten zijn bij aankomst reeds in het juveniele stadium terecht gekomen. De doorvertaling van larve naar juveniel gaat voor sommige soorten 1 op 1, bij andere treedt nog een reductie(sterfte) op, afhankelijk van de sterkte van de kinderkamerfunctie voor de soort. Omdat in het model alleen gerekend is met larven (geen sterfte) kan de reductie als larve te hoog zijn en moet deze sterfte nog in de resultaten verwerkt worden. Daardoor zal de reductie van juvenielen door het heien lager uitvallen dan die van de gemodelleerde larve.

3. Wat is de reductie van het voedsel van deze vogels en zeezoogdieren, gebaseerd op een gewogen gemiddelde van de reductie van de voornaamste prooisoorten. Hiervoor is gekeken naar de verschillende aandelen van de belangrijkste prooisoorten per vogels of zeezoogdier.

4. Wat is de doorvertaling naar het effect op de populatie vogels en de zeezoogdieren.
   a. Er is rekening gehouden met de doorvertaling van de voedselreductie naar effect op recruitment (uitgevlogen jongen); een vast effect van 80% doorwerking is gehanteerd. Dit is voor de meest voedselgelimiteerde soort, de Grote stern, als bovengrens uit onderzoek

7 Effectenanalyse

7.1 VISLARVEN EN KRAAMKAMERFUNCTIE

7.1.1 REDUCTIE AANVOER VISLARVEN

De resultaten van de modelberekeningen zijn weergegeven in de Tabellen 17-19. Uit de modelberekeningen blijkt dat de effecten op de aanvoer naar alle gebieden min of meer vergelijkbaar zijn, met een maximale afname in de larvenaanvoer van 0-8% voor Schol. Voor Tong zijn de effecten zeer klein. De omvang van het effect op de Haringaanvoer toont beperkte verschillen tussen de gebieden, met een maximale afname van 0-6%.

In de onderstaande tabellen staat aan de linkerzijde, kolommen 2-4, aangegeven wat het effect is van het heien van de monopiles van het windpark op de aanvoer van de larven van de betreffende vissoort in het Natura 2000-gebied in kolom 1 in percentages ten opzichte van de referentiesituatie. Een reductie van bijvoorbeeld 2,5% in de Voordelta betekent een afname van 2,5% van de aanvoer van larven naar de Voordelta ten opzichte van de referentiesituatie in het betreffende jaar, d.w.z. de situatie zoals deze is als er niet geheid wordt. Dit is niet de reductie van de totale larvenproductie, alleen van het deel van de larvenproductie dat in de Voordelta normaliter wordt aangevoerd.
In de kolommen 5-7 staat de fractie van de totale larvenaanvoer voor de betreffende soort in de Natura 2000-gebieden gegeven in de gemodelleerde jaren in de referentiesituatie. Een waarde van 0,01 voor de Voordelta betekent dus dat in de Voordelta in het betreffende referentiejaar 1% van de totale larvenproductie wordt aangevoerd. De overige 99% komt dus niet in de Voordelta terecht, maar elders.
De cel in de tabel die is gearceerd is het jaar waarin de (fractie van de) aanvoer van vislarven in het betreffende Natura 2000-gebied maximaal was. Deze kan verschillend zijn per vissoort en per jaar.

Tabel 17: Resultaat van de modelberekening voor de effecten van heien op de locatie Breeveertien II op de aanvoer van Schollarven naar de beschermde gebieden.

	Effect op aanvoer Schollarven			***Larvenaanvoer in referentie***		
Gebied	**1996**	**2000**	**2002**	***1996***	***2000***	***2002***
Voordelta	0%	0%	0%	*0,01*	*0,00*	*0,00*
Noordzeekustzone	-9%	-3%	-1%	*0,02*	*0,02*	*0,00*
Waddenzee	-9%	-4%	-2%	*0,03*	*0,13*	*0,03*

Tabel 18: Resultaat van de modelberekening voor de effecten van heien op de locatie Breeveertien II op de aanvoer van Tonglarven naar de beschermde gebieden.

Gebied	Effect op aanvoer Tonglarven			*Larvenaanvoer in referentie*		
	1996	2000	2002	*1996*	*2000*	*2002*
Voordelta	0%	0%	0%	*0,02*	*0,02*	*0,03*
Noordzeekustzone	0%	0%	0%	*0,01*	*0,01*	*0,02*
Waddenzee	0%	0%	0%	*0,01*	*0,01*	*0,01*

Tabel 19: Resultaat van de modelberekening voor de effecten van heien op de locatie Breeveertien II op de aanvoer van Haringlarven naar de beschermde gebieden.

Gebied	Effect op aanvoer Haringlarven			*Larvenaanvoer in referentie*		
	1996	2000	2002	*1996*	*2000*	*2002*
Voordelta	0%	-1%	0%	*0,00*	*0,02*	*0,02*
Noordzeekustzone	-5%	-6%	-4%	*0,00*	*0,01*	*0,01*
Waddenzee	-6%	-5%	-4%	*0,00*	*0,00*	*0,01*

7.1.2 DOORWERKING JUVENIELEN EN KRAAMKAMERFUNCTIE

De modelstudies voorspellen reducties in de larvenaanvoer naar kustwateren die variëren van 0-6% voor Haring, 0-9% voor Schol en 0-0,1% voor Tong. Dit zijn uitkomsten voor het model scenario met sterfte tot op 1 km van het heien, en een repeterende cyclus van 2 dagen 3 uur heien en 1 dag rust (Prins *et al*, 2008). Op grond van "expert judgement" is voor de overige vissoorten die prooi zijn voor vogels en zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden een inschatting gemaakt in hoeverre deze beïnvloed zouden kunnen worden door heien. Deze inschatting is voornamelijk gebaseerd op de locatie van de paaigronden t.o.v. de windparken en de kustgebieden, en daarnaast ook op grond van het gedrag van de larven voor zover bekend. De lijst met prooisoorten bevat ook de belangrijkste kinderkamersoorten.

De vraag is nu wat een eventuele reductie in larven betekent voor de abundantie van juvenielen. Dit is van belang met oog op verandering in voedselbeschikbaarheid voor vogels en zoogdieren, maar ook met oog op de kinderkamerfunctie van kustwateren. Voor veel mariene vissoorten geldt dat relatieve jaarklassterkte bepaald wordt gedurende de ei- en larvale stadia (Cushing 1982, Legget & Deblois 1994). Gedurende deze periode vindt de meeste mortaliteit plaats, en ontstaat de meeste variabiliteit tussen jaren. Als een jaarklas relatief sterk is aan het begin van de juveniele levensfase, dan blijft deze jaarklasse meestal ook relatief sterk in de opeenvolgende jaren. Dichtheidsafhankelijke processen gedurende de juveniele en adulte levensstadia temperen mogelijk de variabiliteit enigszins, maar veranderen niet het relatieve patroon in jaarklassterkte (van der Veer *et al*, 2000).

Op grond van het voorgaande wordt aangenomen dat voor soorten waarbij de relatieve jaarklassterkte bepaald wordt gedurende de ei- en larvale stadia een daling van de abundantie aan het einde van de larvale fase één op één vertaald kan worden in een daling van het aantal juvenielen. Dit is uiteraard de "worstcase scenario". Indien mortaliteit ten gevolge van heien

plaats vindt ruim voor het einde van de larvale fase, dan kan er mogelijk nog gedurende de larvale fase gecompenseerd worden voor dit verlies.

Voor alle soorten die mogelijk bloot gesteld worden aan mortaliteit ten gevolge van heien is aangegeven in hoeverre dat door zou kunnen werken in de juveniele levens fase (Tabel 20). Alle soorten hebben soortspecifieke eigenschappen die niet alleen van invloed kunnen zijn op het potentiële effect van heien op larven, maar ook op hoe dat zich doorvertaalt naar juvenielen.

Tabel 20: Karakteristieken die doorvertaling larven naar juvenielen bepalen, en resultaat doorvertaling

Soort	Kinder-kamer[1]	Doorvertaling naar juvenielen	Model-soort	Effect heien?	Reductie larven	Reductie juvenielen
Haring	Ja	KK NIET beperkt, jaarklassterkte bepaald door juveniele fase	-	ja	0-6 %	0-4 %
Sprot	Ja	KK NIET beperkt, jaarklassterkte bepaald door juveniele fase, ruime verspreiding	Haring	ja	0-6 %	0-2 %
Spiering	nee	Niet relevant, paait in zoet water	-	nee	0	0
Kabeljauw	ja	KK NIET beperkt, jaarklassterkte bepaald door juveniele fase	Haring	misschien	0-6 %	0-4 %
Wijting	ja	KK NIET beperkt, jaarklassterkte bepaald door juveniele fase, ruime verspreiding	Haring	misschien	0-6 %	0-2 %
Dwergbolk	ja	KK NIET beperkt, paaigronden onbekend; onbekend wat jaarklassterkte bepaalt	Haring	misschien	?	?
Steenbolk	ja	KK NIET beperkt, paaigronden onbekend; onbekend wat jaarklassterkte bepaalt	Haring	misschien	?	?
Driedoorn	nee	Niet relevant, paait in zoet water	-	nee	0	0
Grauwe poon	nee	Beperkt effect: larven settelen snel, ruime verspreiding (buiten Waddenzee); onbekend wat jaarklassterkte bepaalt	Haring	misschien	0-3 %	0-1%
Rode poon	ja	Beperkt effect: larven settelen snel, ruime verspreiding; onbekend wat jaarklassterkte bepaalt	Haring	misschien	0-5 %	0-1 %
Zeedonderpad	nee	Niet relevant, residente kustgebonden soort	-	nee	0	0
Horsmakreel	nee	KK NIET beperkt, buiten Waddenzee; jaarklassterkte erg variabel	Haring	ja	0-3 %	0-1%
Kleine zandspiering	nee	KK beperkt, jaarklassterkte bepaald voor juveniele fase	Tong	misschien	0-0,1 %	0-0,1 %
Noordse zandspiering	nee	KK patchy, jaarklassterkte bepaald voor juveniele fase	Haring	ja	0-6 %	0-2 %
Pitvis	nee	Beperkt effect: larven settelen snel, ruime verspreiding; onbekend wat jaarklassterkte bepaalt	-	nee	0-3 %	0-0,1%
Dikkopje	nee	Niet relevant; estuariene soort; eieren lokaal	-	nee	0	0
Lozano's grondel	nee	Niet relevant; kustgebonden soort; eieren lokaal	-	nee	0	0
Brakwatergrondel	nee	Niet relevant; estuariene soort; eieren lokaal	-	nee	0	0
Schol	ja	KK beperkt, jaarklassterkte bepaald door juveniele fase	-	ja	0-9 %	0-9 %
Bot	ja	Intermediair tussen Schol en Tong	Schol / Tong	misschien	0-5 %	0-5 %
Schar	ja	Intermediair tussen Schol en Haring; jaarklassterkte bepaald in 1e-2e jaar	Haring / Schol	misschien	0-7 %	0-1 %

Soort	Kinder-kamer[1]	Doorvertaling naar juvenielen	Model-soort	Effect heien?	Reductie larven	Reductie juvenielen
Tong	ja	KK beperkt, soort paait dichtbij de kust; jaarklassterkte bepaald door juveniele fase	-	ja	0-1 %	0-1 %

[1]) bijdrage aan kinderkamerfunctie Natura 2000-gebieden

De vraag of de kinderkamerfunctie van de Natura 2000-gebieden aangetast wordt door heien kan op verschillende wijzen geïnterpreteerd worden:

(1) wordt de geschiktheid van het gebied als kinderkamer aangetast
(2) verandert het gebruik van het gebied als kinderkamer
(3) verandert de recrutering naar de volwassen populatie

ad 1) De geschiktheid van een gebied als kinderkamer hangt af van het voedselaanbod en de predatiedruk. Ondiepe kustwateren zoals de Waddenzee bieden gunstige omstandigheden als opgroeigebied: er is voldoende voedsel aanwezig en er is bescherming tegen predatie omdat grotere roofvissen minder talrijk zijn in ondiepe wateren (o.a. Zijlstra *et al.* 1982). Er is geen enkele reden om te veronderstellen dat de aanleg van windmolenparken deze karakteristieken van de Natura 2000 gebieden zal doen veranderen.

ad 2) De kinderkamerfunctie van een gebied kan echter ook afgemeten worden aan het feit of juveniele vissen deze gebieden daadwerkelijk gebruiken als opgroeigebied. In dit opzicht is een reductie van de larvenaanvoer, die doorvertaalt naar een opvallende (>5%) reductie in het aantal juveniele vis in de Natura 2000-gebieden, van groot belang. In de worstcase scenario's kan heien leiden tot een reductie tot 9% in de aantallen juveniele vis (schol) in de Natura 2000-gebieden. In de resultaten van de modellering zoals deze voor windpark Breeveertien II is verricht, kunnen significante effecten op de kinderkamerfunctie van de Waddenzee worden uitgesloten. Alhoewel in de Waddenzee de reductie van juvenielenaanvoer wel boven de 5% uitkomt, treedt er slechts een eenmalige reductie op.

ad 3) Verandering in de kinderkamerfunctie van een gebied zou ook geëvalueerd kunnen worden door het effect op de totale recrutering aan de Noordzee visbestanden te schatten. Deze benadering valt echter buiten de reikwijdte van dit onderzoek omdat hiervoor de bijdragen van alle kinderkamers, dus niet alleen de (Nederlandse) Natura 2000 gebieden, gekwantificeerd zouden moeten worden. Bovendien is deze benadering niet geschikt als het gaat om de instandhoudingdoelen van Natura 2000 gebieden.

Samenvattend kan daarom worden gesteld dat significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten van de reductie van vislarven als het gaat om de kinderkamerfunctie van de Waddenzee.

7.2 DOORWERKING VOGELS EN ZEEZOOGDIEREN

7.2.1 SELECTIE VISETENDE ZEEVOGELS, ZEEZOOGDIEREN EN HUN VOEDSEL

Alle vogel- en zoogdiersoorten die op de Noordzee (inclusief de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Voordelta), in de Waddenzee en op de Zeeuwse Stromen vis eten krijgen mogelijk te maken met een reductie in aanvoer van vislarven en opgroeiende juveniele vis, en dus met verslechterde foerageeromstandigheden. Dit betreft de duikers, Futen, Stormvogeltjes, Stormvogels, Pijlstormvogels, Jan van gent, Aalscholver, Reigers, Lepelaar, Zaagbekken, IJseend, Groenpootruiter, Jagers, meeuwen, sterns en alkachtigen.

Alle zeezoogdieren in Nederlandse wateren eten vis. De lijst van zeezoogdieren die regulier voorkomt, cq wel eens is waargenomen in de zeegebieden die hier worden onderzocht is lang, maar de belangrijkste soorten zijn de Gewone en de Grijze zeehond, de Bruinvis, de Witsnuitdolfijn en de Tuimelaar. Hiervan zijn de twee soorten zeehond en de Bruinvis beschermd in de Nederlandse Natura 2000-gebieden.

Dieet van de verschillende soorten zeevogels en zeezoogdieren

Op grond van literatuurstudie en eigen waarnemingen (pers. obs M. Leopold en A. Brenninkmeijer) is het dieet van onder bovenstaand punt genoemde, in Natura 2000-gebieden beschermde, viseters samengevat in Tabel 21.

Tabel 21: Voedselvoorkeuren vogels en hun mogelijke voedselbeperking en relatie met broedresultaat

Vogels	soorten	Voedselbeperking	Broedsucces gerelateerd	Bron
Roodkeelduiker	haring, sprot, spiering, zandspiering, grondels, kabeljauw, wijting, zeebaars, stekelbaars schol, bot, uitgespuide zoetwatervis	nee	n.v.t.	Madsen 1957; Leopold pers. comm.; Guse 2005
Parelduiker		nee	n.v.t.	idem
Fuut	haring, sprot, spiering, zandspiering, grondels, kabeljauw, wijting, botervis, nereis	nee, areaal beperkt (zeer kustgebonden)	n.v.t.	Madsen 1957; Leopold pers. comm.
Kuifduiker en Geoorde fuut	grondels, nereis, spiering, zeenaalden	onbekend	n.v.t.	Madsen 1957; Leopold pers. comm.
Stormvogeltje en Vaal stormvogeltje	plankton, inclusies vislarven, kleine visjes		n.v.t.	D'Elbé & Hémery 1998
Noordse stormvogel			n.v.t.	-
Grauwe, Noordse en Vale Pijlstormvogel	(pijl)inktvis, sardien, ansjovis, zandspiering, zilversmelt, discards		n.v.t.	Brooke 1990; Furness 1994; Arcos & Oro 2002;Yésou 2003; Poot 2005
Middelste zaagbek	grondels, stekelbaars, strandkrabben, zeenaalden, koornaarsvis, stekelbaars, puitaal, botervis, schol, bot, zeedonderpad, zandspiering, haring, kabeljauw	onbekend, maar waarschijnlijk niet (zijn er niet zoveel van)	n.v.t.	Doombos 1984; Madsen 1957
Jan van gent	haring, makreel, sprot, zandspiering, kabeljauwachtigen, discards	nee, populatie groeit	neemt nog steeds toe, dus ook geen relatie	Hamer 2007; Leopold & Platteeuw 87;
Aalscholver	haring, sprot, zandspiering, grondels, kabeljauw, wijting, horsmakreel, makreel, zeebaars, stekelbaars, zeenaalden, zeedonderpad, schol, bot, schar, tong, zoetwatervis	nee	broedsucces neemt wel toe voor de kustkolonies, maar andere kolonies beperkt. Daarom komen ze naar zee. Voedsel in zee is overmaat, geen beperkring door juv sterfte. Maar zie ook verhaal bij de kleine mantel hieronder t.a.v. koloniegrootte. Per kolonie er wel beperking zijn, stopt allemaal op 1000 paar.	Leopold pers comm; Leopold et al. 1998; Van Damme et al. 1994
Blauwe reiger en Kleine zilverreiger	paling, grondels, juveniele platvis (Waddenzee). Allerlei rond- en platvis (Schotland)	nee	onbekend	Leopold pers. comm.; Carss & Marquiss 1996; Lekuona 1999
Lepelaar	in wadprielen: juveniele platvissen, grondels, garnalen, steurgarnalen, driedoornige stekelbaars. Aangevuld met vis, aasgarnalen, insecten in zoete wateren	in het voorjaar op het wad	onbekend, populatie groeit	Jonker 1987; 1993; van Wetten & Wintermans 1986; 1987; van Wetten et al. 1986; de Kraker 1996 en pers. comm. Min LNV 1994
IJseend	grondels		n.v.t.	Leopold pers. comm.; Frengen & Thingstad 2002; Zydelis & Ruskyte 2005
Groenpootruiter en Zwarte Ruiter	grondels		n.v.t.	Swennen 1971; Holthuijzen 1975
Dwergmeeuw	vooral vislarven (o.a. schol, zandspiering), juvenielen van haring, sprot, zandspiering etc., insecten	nee	n.v.t.	Garthe 2003; Schwemmer & Garthe 2006)
Kokmeeuw	spiering, haring, sprot, garnaal,			Swennen (in Smit & Wolff 1980); Leopold et al. 2004

Stormmeeuw	discards; nereis, kleine vis (koornaarsvis, zeenaalden,) ook veel schelpdieren etc van het wad, terrestrisch (regenwormen), insecten	mogelijk, aantallen broedvogels veel kleiner dan die van zilver- en kleine mantelmeeuw	onbekend	Reijnders & Keijl 1997; Arbouw & Swennen 1985; Demedde 1994; Garthe et al. 1999; Keijl et al. 1986; Kubetzki & Garthe 2003; Kubetzki et al. 1999; Winter 1995
Kleine mantelmeeuw	haring en sprot (stapel in broedtijd in onze wateren), zwemkrab (stapel duitse wateren maar ook in onze wateren), poon (ook belangrijk), horsmakreel (disc), kabeljauwachtigen (discard), nereis, pitvis (als discards), zandspiering (discards), platvis (discards), afval, regenwormen	mogelijk (haring nodig voor goed broedsucces)	Vermoedelijk wel. Bijvoeren helpt, groeien harder, minder predatie door zilvermeeuw. geen empirie tav veldgegevens vis en broedsucces. 92 slecht haring 94 goed haring. maar niet gemeten in 94, 92 wel: bijvoeren exp. hielp. zie boven. Vertaling moeilijk kwantitatief: niet 1 op 1, en mogelijk significant als slecht haringjaar. In goede jaren vaak overmaat. Op Texel groeit de kolonie niet meer, ondanks de geschiktheid van habitat. Moet daarom momenteel voedsel beperkt zijn. Foerageerafstand i.c.m. voedsel bereikbaarheid is dan beperkend. Nieuwe kolonie elders kan dan de populatie weer doen groeien.	Spaans & Noordhuis 1989; Noordhuis & Spaans 1992; Spaans et al. 1994; van Klinken 1992; Bukacinski et al. 1998; Garthe et al 1999; Kubetzki & Garthe 2003
Zilvermeeuw	alle soorten vis als discards, haring, sprot	mogelijk, aantallen lopen terug	vermoedelijk wel, maar onduidelijk is nog in hoeverre dit samenhangt met marien voedsel	Spaans 1991, Bukacinska et al. 1994;Garthe et al. 1996
Grote mantelmeeuw	alle soorten vis als discards; onbekend wat ze zelf vangen op NCP			Garthe et al. 1996
Drieteenmeeuw	zandspiering, sprot (Friese Front) en dwergtong. Ook wijting op Helgoland. In de winter aangevuld met grondels, garnalen, nereis. Kuikens: wijting (m.n.), zandspiering, sprot, nereis	wel in Shetland (gebrek zandspiering), niet voedselgelimiteerd op Helgoland (populatie groeit)	neemt toe op Helgoland ook in NL. Geen limitatie (voorlopig).	Camphuysen en de Vreeze 2005; Markones 2007; Prüter 1986; 1989; Vauk-Hentzelt & Bachmann 1983; Maul 1994
Grote stern	haring, sprot, zandspiering (alles als stapel), ouders ook nereis (eifase),	mogelijk	verschillende oorzaken voor stagnatie pop. wintersterfte Afrika speelt mee, maar voedsel speelt ook een rol. In Wad wel een relatie tussen haringindex en popgroei, in Delta niet. Relatie lijkt lineair	Courtens et al. 2007; Stienen et al. 2007; Brenninkmeier et al. 2002; Stienen & Brenninmeier 1998; Garthe & Kubetski 1998; Veen 1977
Dwergstern	zandspiering, sprot, haring, garnalen, juveniele platvisjes en kabelauwachtigen	mogelijk	vooral verstoring in de Delta bepalend. verder geen aanwijzingen voor voedsel effect op broedsucces momenteel door andere factoren.	Beijersbergen 1998; Hoekstein 1997; Brenninkmeier et al. 2002; Norman 1992
Visdief	haring, sprot, zandspiering, stekelbaars, spiering, grondels juveniele platvis en garnalen (tweede keus)	kunnen voedselgelimiteerd zijn op Griend (in de meeste jaren)	ja, verplaatsen zich van Griend naar Ijsselmeer. In slechte zandspiering jaren komen met ouders verkeerde (=suboptimale) prooien aanzetten.	Stienen en Brenninkmeier 1992; Stienen 2006; Wendeln 1998; Stienen & van Tienen 1991; Massias & Becker 1990; Becker et al. 1997; Brenninkmeier pers. comm.; Franck 1992; Niedernostheide 1996

Noordse stern	zandspiering, koolvis, stekelbaars, haring sprot, spiering, grondel (in slechte omstandigheden platvis), garnalen, nereis. Ook schelpdieren en polychaeten en mossels	doet bijna alle jaren slecht, zit aan de rand van verspreidingsgebied	als visdief patroon. Mar crustaceen hebben hier ook een rol in het voedsel. Zit hier aan de zuidrand van versreidingsgebied, dus hebben sowieso al voedselproblemen en schaaldieren en wormen kunnen daarvan een gevolg zijn.	Niedernostheide 1996; Franck 1992; Stienen & van Tienen 1991
Zeekoet	sprot en juv horsmakreel (Friese Front) NZK: 26 soorten vis, m.n. haring, dwerg/steenbolk, wijting, sport, zandspiering, grondels, dwergtong, pitvis. Zomer Helgoland: ,sprot haring zandspiering. Winter Helgoland: veel zeenaald en gobies.	groeiende populatie op Helgoland. In de winter komen regelmatig *wrecks* voor: massale sterftes agv aanhoudend slecht weer en voedselgebrek	neemt ook nog steeds toe, dus ook geen relatie	Geertsma 92; Leopold & Camphuysen (92); Leopold ea 1992; Alicki 93. Sonntag; Hüppop 2005; Ouwehand ea 2004; Grunsky 1994
Alk	veel beperktere keuze dan zeekoet: vooral haring, sprot, zandspiering, stekelbaars	groeiende populatie op Helgoland. In de winter komen regelmatig *wrecks* voor: massale sterftes agv aanhoudend slecht weer en voedselgebrek		Ouwehand ea 2004
Zeezoogdieren				
Gewone zeehond	platvis, zandspiering, zeedonderpad	nee, snel groeiende populatie		Havinga 1933; Brasseur et al.; in prep.
Grijze zeehond	platvis, kabeljauwachtien, zandspiering	nee, snel groeiende populatie		Brasseur et al., in prep.; Leopold et al.; in prep.
Bruinvis	stapel: grondels, wijting; zandspiering, verder alle soorten rondvis	vermoedelijk wel. Populatie groeit niet; vooral in zomer veel sterfte door ziektes, vermagering		Leopold & Camphuysen 2006
Witsnuitdolfijn	kabeljauw, wijting, schelvis, steenbolk	nee		Smeenk & Gaemers 1987; Smeenk & Addink 1990; Kinze et al. 1997; MacLeod et al. 2008
Tuimelaar	kabeljauw, wijting, haring	?		Verwey 1975; (zeer beperkt) maagonderzoek IMARES

Relevante overige prooivissoorten

Voor de verschillende soorten is zo goed mogelijk nagegaan waar en wanneer ze paaien, of hun larven langs de heilocatie driften en in welke mate ze daarbij lijken op de gemodelleerde soorten Haring, Schol of Tong (zie vorige paragraaf). Op grond van deze analyse vallen effecten van heien voor een aantal soorten uit te sluiten: vissen die resident zijn in de Waddenzee, (Voor)Delta of Kustzee komen nooit dicht genoeg bij het heien om te worden beïnvloed. Larven van soorten die in het zoete water paaien en opgroeien, zullen ook niet worden beïnvloed en dit geldt ook voor soorten die ver weg op de Noordzee paaien en als larf nooit in de Zuidelijke Bocht komen. Toekomstige variaties in de bestandsgroottes van deze soorten kunnen dus niet worden veroorzaakt door larvensterfte als gevolg van offshore heien.

Onbeïnvloed zijn daarom de soorten:

- Spiering, Driedoornige stekelbaars (paaien in zoet water);
- Zeedonderpad, Puitaal, Botervis, Dikkopje, Lozano's Grondel, Brakwatergrondel (residente soorten, leven in estuaria en dicht onder de kust);
- Makreel (paait ver weg op de noordelijke Noordzee, ver buiten bereik van het heien)

Niet of nauwelijks beïnvloed worden vissoorten die vooral dicht onder de kust paaien van de Noordzee, of die verspreid over een groot gebied op de Noordzee paaien, en larven hebben die snel na de bevruchting al op de bodem settelen:

- Kleine zandspiering en Tong (leven of paaien dicht onder de kust);
- Grauwe en Rode poon, Horsmakreel, Pitvis (paaien verspreid, larven settelen snel op de bodem)

Wellicht niet of nauwelijks beïnvloed worden vissoorten die vermoedelijk verspreid over een groot gebied op de Noordzee paaien en niet geconcentreerd in kinderkamers opgroeien:

- Dwerg- en Steenbolk (paaigronden onbekend)
- Dwergtong (paaigronden vermoedelijk groot gebied en geen concentratie in kinderkamer)
- Horsmakreel (geen concentratie in kinderkamers)

Wel beïnvloed_worden soorten die paaien in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee en waarvan de larven verdriften naar de kinderkamers langs de kust, in de Waddenzee en in de Voordelta:

- Haring, Sprot, Kabeljauw en Wijting, Noordse zandspiering, Schol, Bot en Schar.

Deze laatste groep van soorten zijn voor veel zeevogels en zeezoogdieren belangrijke prooisoorten. De meeste soorten die niet of nauwelijks door het heien zullen worden beïnvloed, althans niet in de Natura 2000-gebieden, vormen over het algemeen minder belangrijke voedselbronnen.

Voor met name de Grijze zeehond, die ook veel Zandspiering eet, ligt dit mogelijk complexer. Deze dieren houden het jaar rond een binding met Voordelta en Waddenzee en zouden in een deel van hun offshore foerageergebied te maken kunnen krijgen met een verminderd aanbod van (Noordse) Zandspiering. Het impact gebied is echter vermoedelijk relatief gering (Zandspiering komt over grote gebieden voor in de uitgestrekte zandbodems van de Zuidelijke Bocht) en de Grijze zeehond heeft een divers dieet.

Relevante soorten predatoren - Vogels

De relatie tussen de populatieomvang van visetende zee- en kustvogels en hun voedsel is zeer complex. Voor visetende vogels zijn zowel de grootte van de visstand als de beschikbaarheid van vis van belang. De grootte van de visstand wordt bepaald vele factoren, zoals de (abiotische) omstandigheden op de paaiplaatsen en in de opgroeigebieden, de zeestromingen, de aanwezigheid van predatoren en het voedselaanbod voor de vissen. De beschikbaarheid van vis voor de vogels is ook afhankelijk van veel factoren. De visbeschikbaarheid is daarom vaak iets anders dan de hoeveelheid vis die aanwezig is en de beschikbaarheid is behalve van de weersomstandigheden ook afhankelijk van de verticale migratiebewegingen van de vissoort, die beïnvloed kan worden door de aanwezigheid van voedsel, roofvissen, dag-nacht-ritmiek en abiotische factoren als zuurstofgehalte, watertemperatuur, doorzicht, stroomsnelheid e.d. (zie o.a. Veen 1976, Stienen 2006).

Bij een aantal visetende soorten is een direct verband vastgesteld tussen het broedsucces of de populatiegroei en de voor de vogels relevante visstand. In de jaren 80 van de vorige eeuw is met het instorten van de Zandspieringstand rond de Shetland Eilanden tegelijkertijd het aantal broedparen van Noordse stern, Visdief en veel andere zeevogels ingestort (Ewins 1985, Furness 1989, Martin 1989, Bailey 1991, Hamer *et al,* 1991, 1993).

Dit verband tussen "de visstand" en het broedsucces of de populatiegrootte van een vispredator is doorgaans sterker naarmate het dieet van de betreffende predator eenzijdiger is. Een recent voorbeeld van een dergelijke koppeling in een eenvoudig voedselweb wordt gegeven door Parsons *et al* (2008) die beschrijven dat het broedsucces van Drieteenmeeuwen op Shetland en de hoeveelheid Zandspiering, het stapelvoedsel van deze soort. Eigenlijk is het zo dat de kans op een goed broedsucces toeneemt met de visstand maar dat er daarnaast nog andere factoren in het spel zijn.

Veel van de in Tabel 21 besproken zeevogels hebben een breed-spectrum dieet, met vele soorten vis, vaak nog aangevuld met andere organismen. Om deze reden valt niet te verwachten dat soorten als Noordse stormvogel, Middelste zaagbek, Blauwe reiger (niet in zout water), Kleine zilverreiger, Storm-, Zilver, Grote mantel- en Drieteenmeeuw merkbaar zullen lijden onder de te verwachten reducties van vislarven.

Soorten die plankton eten, inclusief viseieren, vislarven en hele jonge vis kunnen ook worden beïnvloed, maar op voorhand is niet duidelijk of deze beïnvloeding voor hen positief of negatief zal uitpakken. Vislarven die door heien worden gedood en aan het oppervlak komen te drijven, vormen wellicht een makkelijke prooi voor Stormvogeltjes en Dwergmeeuw. Kokmeeuwen eten ook vislarven, maar pas als deze in de kustzone en estuaria zijn aangekomen; zij worden dus geconfronteerd met een reductie van een deel van hun voedselbronnen. Kokmeeuwen hebben echter een breed dieet en zijn niet afhankelijk van deze specifieke bron.

Ook soorten die vooral prederen op vissoorten die de Waddenzee nauwelijks verlaten (Grondels) zullen niets merken van een reductie van vislarven door offshore hei-activiteiten. Onder deze categorie vallen IJseend, Groenpoot- en Zwarte ruiter, en wellicht ook de Kuifduiker en Geoorde fuut. De Kuifduiker is overigens geen kwalificerende soort voor de Noordzeekustzone en

Waddenzee, maar wel in de Voordelta. De Geoorde fuut is in geen van deze drie gebieden een kwalificerende soort.

De zaak ligt anders voor soorten die weliswaar een breed dieet hebben, maar die toch veel vissoorten eten waarbij meer dan 5% reductie van larvenaanvoer wordt verwacht: Roodkeelduiker, Parelduiker, Aalscholver, Fuut, Jan van gent en Lepelaar.

De meest kwetsbare soorten zijn de vogels die in hun dieet een groot aandeel hebben van vissen die gevoelig lijken voor offshore heien: Pijlstormvogels, Kokmeeuw, Grote stern, Visdief, Noordse stern, Dwergstern en Alk. Kleine mantelmeeuwen, die voor het grootbrengen van hun jongen aangewezen lijken op een goed aanbod van juveniele Haring, vallen hier ook onder. Van deze soorten zijn de Grote stern, de Visdief, de Noordse stern, de Dwergstern en de Kleine mantelmeeuw kwalificerende soorten voor de Noordzeekustzone, de Waddenzee en/of de Voordelta.

Beschouwen we de vogelsoorten, die mogelijk kwetsbaar zijn doordat ze veel 'gevoelige' vissoorten eten (Haring, Sprot, Kabeljauw, Wijting, Noordse zandspiering, Schol en Bot) dan vallen de verschillende Pijlstormvogels en Stormvogeltjes, de Jan van gent, de Kokmeeuw en de Alk buiten de orde van deze Passende Beoordeling, omdat het geen kwalificerende soorten zijn voor een van de Nederlandse mariene Natura 2000-gebieden. De soorten die het meest kwetsbaar zijn én die kwalificerende soorten zijn voor Voordelta, Kustzee en/of Waddenzee worden hieronder apart besproken. De onderstaande soorten worden als meest kwetsbaar gezien. Soorten als Roodkeelduiker, Parelduiker etc. zijn minder gevoelig omdat ze een breder dieet hebben dan de meest kwetsbare soorten en zullen pas worden meegenomen in de analyse als op de laatste categorie mogelijk significante effecten optreden door voedseltekort.

Kleine mantelmeeuw

De Kleine mantelmeeuw wordt in Duitsland –terecht- Heringsmöwe genoemd. Bij tijd en wijle zijn het echte (juveniele) haringspecialisten, vooral tijdens de opgroei van hun kuikens. Er zijn aanwijzingen dat, ondanks hun brede dieet in de rest van het jaar, deze periode kritisch is en dat goede broedresultaten vooral gehaald worden in jaren met een goed aanbod van juveniele Haring (van Klinken 1992; Spaans *et al,* 1994; Bukacinski *et al,* 1998). Echter, ook individuen die niet veel Haring aanvoeren, hebben soms een goed broedresultaat, maar de laatste jaren was het broedsucces - bij een falende *recruitment* van de *Haring* - slecht (Kees Camphuysen, in de Heer 2008). Hoewel het werkelijke belang van juveniele Haring nog ter discussie staat zijn er in bovengenoemde studies steeds aanwijzingen gevonden dat de beschikbaarheid van dit voedsel in de kuikentijd kritisch is voor het broedsucces van de Kleine mantelmeeuw.

Grote stern

De Grote stern is wellicht de meest (voedsel-)specialistische zeevogel in Nederland. Toch hebben ze zeker drie belangrijke prooisoorten in het broedseizoen: Haring, Sprot en Zandspiering. Van deze drie lijkt de haringstand van het grootste belang, maar de achterliggende mechanismen worden nog nauwelijks begrepen. De haringstand is variabel, zeker ook door natuurlijke oorzaken. Waarschijnlijk hebben de luchtdrukverschillen tussen de zuidelijke en noordelijke Atlantische Oceaan (de NAO-index) een sterke invloed op de ecologische processen

in de Noordzee. De NAO is van invloed op wind, temperatuur en zoutgehalte van de Noordzee en bijgevolg op allerlei organismen die op deze abiotische parameters reageren. Zo beïnvloedt de NAO o.a. het transport van vislarven over de Noordzee. Bij een positieve NAO worden de Haringlarven ongehinderd van de Engelse kustwateren naar de Waddenzee getransporteerd; is de NAO in een negatieve fase, dan wordt het haringtransport naar de Waddenzee gehinderd. Er is een positief verband tussen de NAO en het aantal broedparen van de Grote stern in de Nederlandse en Duitse Waddenzee; dit verband bestaat niet voor de overige Europese populaties (Stienen 2006). Bij de Grote stern is ook een direct positief verband gevonden tussen het aantal jonge Haringen[16] in de totale en zuidelijke Noordzee en het aantal broedparen van de Grote stern in Nederland en op Griend tussen 1916 en 1992 (Brenninkmeijer & Stienen 1994, Stienen 2006). Het broedsucces van de Grote stern vertoont echter geen verband met de juveniele haringstand, dus het aantal uitgevlogen jongen per paar blijft ongeveer gelijk in zowel goede als slechte Haring jaren. Maar vanwege de correlatie met het aantal broedparen varieert het aantal uitgevlogen jongen per kolonie wel met goede en slechte Haring jaren. Men dient deze gegevens voorzichtig te interpreteren. Ten eerste beslaat het foerageergebied van de broedende Grote sterns, vanwege hun beperkte actieradius, slechts een deel van de zuidelijke Noordzee. Derhalve wordt aangenomen dat de locale voedselsituatie voor broedende sterns langs de Nederlandse kust evenredig stijgt en daalt met die van de gehele (zuidelijke) Noordzee. Ten tweede bestaat het voedselpakket van de Grote stern gemiddeld maar voor de ene helft uit Haring en Sprot en voor de andere helft uit Zandspiering en Smelt. Maar de Haring lijkt in deze sturend voor het aantal broedparen en de overige soorten niet. Om hardere uitspraken te kunnen doen over dit positieve verband is nader onderzoek nodig naar de locale voedselsituatie (dus het voorkomen van Zandspiering, Haring en Sprot).

Voor zover bekend wordt Zandspiering door sterns vooral gevangen op plaatsen met een sterke stroming. Op deze plaatsen komen ze door turbulentie van het water geregeld naar het oppervlak (Veen 1977). Haring en Sprot bewegen zich meer onder invloed van het getij en kunnen soms in ondiep water in grote scholen binnen het bereik van sterns komen. Jonge Haringen trekken in scholen in de bovenste waterlaag en zijn daardoor gemakkelijk te vangen (Boecker 1967, Veen 1977). Het broedsucces van de Grote stern is dus zeker niet alleen afhankelijk van de visstand, maar ook van slechte weersomstandigheden (Brenninkmeijer & Stienen 1994, Stienen 2006).

Globaal houdt het onderzochte verband tussen juvenielen en het aantal broedparen van de Grote stern in Nederland in, dat een afname van de juvenielen van 10% gepaard gaat met een afname van het aantal broedparen van ca. 4% (Brenninkmeijer & Stienen 1994). Hier zit echter een aanzienlijke spreiding omheen (tot 50%) waardoor een daling van 10% van het aantal jonge Haringen en enig jaar niet altijd een op een vertaald kan worden in 4% minder broedende sterns op Griend, maar kan oplopen tot 8%. De doorvertaling van larvenreductie werkt dus voor 80% door in het aantal broedparen voor de meest voedselgelimiteerde vogelsoort, de Grote stern. Deze standaard wordt in de berekeningen voor de effecten op de soort ook aangehouden voor de andere vogelsoorten.

---

16 het aantal 0-ringers is niet geschat en omdat er geen duidelijke relatie is tussen het aantal 0-ringers en het aantal 1-ringers (1 jaar oud, lengte tot 9 cm) of 2-ringers (2 jaar oud, lengte tot 18 cm) in de daaropvolgende jaren, kan het aantal 0-ringers ook niet achteraf berekend of geschat worden

Op langere termijn kan een structurele daling van het bestand van jonge Haring echter wel een effect hebben op de aantallen Grote sterns en daarmee op de kwaliteit van de Waddenzee. In deze zin lijkt de Grote Stern op de Kleine mantelmeeuw, die weliswaar een veel breder dieet heeft, maar in de kuikentijd ook behoefte heeft aan een goede aanvoer van jonge Haring.

Als gevolg van offshore heien ten behoeve van de bouw van windpark Breeveertien II kan een reductie van maximaal 6% van de Haringlarven en een reductie van 4% voor de Haringjuvenielen (in de Noordzeekustzone) optreden. Of dit al dan niet een meetbaar effect zal hebben hangt vermoedelijk vooral af van de stand van de jonge Haring in het betreffende jaar: is er een overmaat aan goed voedsel aanwezig dan zijn de effecten wellicht verwaarloosbaar klein maar in een jaar dat al een slechte aanvoer van Haring heeft naar Waddenzee, Noordzeekustzone en Voordelta kunnen de effecten wel doorwerken. Een dergelijke relatie wordt als functionele respons (type Holling II) wel vaker gevonden (zie bijv. Parsons *et al*, 2008). In slechte jaren kunnen additionele effecten van larvensterfte op de aantallen broedparen niet worden uitgesloten. Wellicht komt dan een deel van deze vogels elders tot broeden en is het effect op de metapopulatie kleiner dan ter plaatse het geval lijkt te zijn.

Visdief

Voor de Visdief zijn meer factoren dan de beschikbaarheid van jonge Haring van invloed op het broedsucces. In Stienen *et al* (2009) worden de broedsuccessen van de kolonie op Griend tussen 1991 en 2007 geanalyseerd (Tabel 22). Van de 17 seizoenen zijn er vijf (29%) geheel mislukt (broedsucces nihil) vanwege overstromingen (eieren weggespoeld en/of kuikens verdronken), één (6%) is geheel mislukt door massale kuikensterfte (mogelijk door voedseltekort) en twee zijn gedeeltelijk mislukt vanwege predatie door een Velduil (12%). Een periodiek voedseltekort in twee andere seizoenen resulteerde niet in een laag broedsucces of in weinig rekruten. Het broedsucces in de overige seizoenen varieerde van 0,20 tot 1,00 en het aantal rekruten van 112 tot 2.673. Deze resultaten wijzen dus op een percentage van minder dan 10% van de seizoenen, die door een laag voedselaanbod mislukken. Haring is wellicht ook iets minder belangrijk dan bij de Grote stern, zijn dieet is diverser. Een negatief effect van een verlaagd aanbod van juveniele Haring met maximaal 4% in de Waddenzee waar de meeste Visdieven foerageren (als gevolg van offshore heien ten behoeve van de bouw van windpark Breeveertien II) zal dus in 9 van de 10 jaren geen meetbaar effect hebben: er is dan veelal een overmaat aan goed voedsel aanwezig.

Tabel 22: Broedbiologische parameters* van de Visdief op Griend in de periode 1991-2007

Jaar	Aantal broedparen (bp)	Broedsucces (n vlvl kuk/bp)	n rekruten (n bp * broedsucces)	Oorzaak
1991	1.900	**nihil**	**nihil**	overstroming en dagenlange storm
1992	2.200	**0,60**	1.320	-
1993	2.500	**0,52**	1.320	-
1994	3.300	**0,82**	2.673	-
1995	2.600	**0,67**	1.586	-
1996	1.700	**0,53**	901	voedseltekort in eifase
1997	1.500	**0,33**	495	predatie Velduil
1998	1.750	**0,18**	315	predatie Velduil

Jaar	Aantal broedparen	Broedsucces	n rekruten	Oorzaak
1999	2.100	**0,90**	1.890	-
2000	1.671	**0,00**	**nihil**	overstroming
2001	2.300	**0,06**	138	overstroming
2002	1.239	**0,00**	**nihil**	massale (jonge) kuikensterfte, mogelijk door voedseltekort in jonge kuikenfase
2003	1.362	**1,00**	1.362	voedseltekort in kuikenfase
2004	1.507	**nihil**	**nihil**	overstroming (secundair: voedseltekort in jonge kuikenfase)
2005	1.086	**0,70**	326	-
2006	915	**0,20**	112	-
2007	1.018	**nihil**	**nihil**	overstroming; goed Haringjaar

* de gepresenteerde gegevens zijn herberekend en kunnen licht afwijken van de parameters die in de Griend-rapporten worden gepresenteerd.

Noordse stern

Voor deze schaarse soort is een analyse zoals gedaan voor de Visdief niet beschikbaar. De aantallen zijn in de Delta verwaarloosbaar klein; de meeste Noordse sterns broeden in Nederland in de Waddenzee, waar ze een verwaarloosbaar aandeel vormen van de grote Europese populatie. Aan de zuidrand van hun verspreidingsgebied heeft de soort meestal een laag broedsucces en een dieet dat sterk afwijkt van dat in de kerngebieden verder noordelijk in Europa. Dit is ook te zien in het dieet zoals waargenomen in de Waddenzee voor deze soort; naast Haring en Zandspiering eet de Noordse stern ook veel krabbetjes en wormen. De Noordse stern heeft dus noodgedwongen een relatief breed dieet in de Waddenzee. Opvallend is dat dit betekent dat een reductie van het Haring- en Zandpieringjuvenielen minder effect heeft op de Noordse stern dan op de Grote stern. De soort heeft het zwaar in Nederland, kent doorgaans een laag broedsucces en lijdt onder een hoge predatiedruk en andere gevaren, zoals overstromingen. Een verder opwarmend klimaat zal deze noordelijke soort ook niet helpen. De soort staat dus onder druk en zal gevoelig zijn voor iedere reductie van goede voedselsoorten in de broedtijd.

Dwergstern

Over de voedselecologie van de Dwergstern in Nederland is weinig bekend. Het dieet lijkt voor een stern tamelijk breed, het aandeel Haring relatief gering. Effecten van offshore heien kunnen daarom niet goed kwantitatief worden ingeschat, maar zullen vermoedelijk minder groot zijn dan bij andere sternsoorten in Nederland. De soort maakt nooit lange voedselvluchten; voedselbeperking ligt daarmee niet voor de hand in de Natura 2000-gebieden waarvoor deze soort kwalificerend is (Delta en Waddenzee). De Dwergstern wordt derhalve niet verder behandeld.

Relevante soorten predatoren - zeezoogdieren

Bruinvis

Bruinvissen hebben in Nederlandse wateren een zeer breed dieet; het aandeel van Haring is zeer gering en relatief veel van de gegeten Haringen zijn meerdere jaren oud. Een reductie van de hoeveelheid juveniele Haringen ten gevolge van offshore hei-activiteiten heeft derhalve verwaarloosbaar kleine effecten. Platvissen worden in Nederland nauwelijks in Bruinvismagen

aangetroffen (Leopold & Camphuysen 2006). In een Duitse studie (Lick 1993) werden meer platvissen gevonden, maar dit betrof vooral Tong, waarvan de reductie van aantallen juvenielen en zeker van oudere jaarklassen ten gevolge van offshore heien verwaarloosbaar klein zullen zijn. Zandspiering (spec) vormt een belangrijker aandeel van het dieet van Nederlandse Bruinvissen (Leopold & Camphuysen 2006) maar is van veel minder groot belang dan de stapelvoedselsoorten Grondels en Wijting. Gezien het zeer brede dieet van de Bruinvis wordt een geringe reductie van de aantallen juveniele Zandspieringen en Wijtingen, in slechts een deel van het foerageergebied, als niet significant beoordeeld.

Gewone Zeehond

Het voedsel van Gewone zeehonden in Nederland omvat veel soorten vis, waaronder een groot aandeel, meest meerjarige, platvissen (Havinga 1933; Brasseur *et al*, in prep.). Voor een aantal relatief belangrijke prooisoorten, met name Schol en Bot, worden reducties van de aantallen intrekkende larven voorspeld in de kinderkamers. Echter, de reductie van juvenielen van deze soorten ligt maximaal in de orde van grootte van 0-9 % ten gevolge van de heiwerkzaamheden voor windpark Breeveertien II. De daadwerkelijke impact op het foerageersucces van de Gewone zeehond ligt door de tamelijk brede dieetkeuze en door het grote foerageergebied van deze soort, lager dan deze percentages. Gewone zeehonden vertonen geen enkel teken van voedselbeperking: de populatie groeit snel en significante effecten door het heien, via larvensterfte, worden niet verwacht.

Grijze zeehond

Grijze zeehonden hebben eveneens een breed spectrum aan prooien, en in vergelijking met Gewone zeehonden minder Schol en Bot in hun dieet, en meer Tong (Brasseur *et al*, in prep.; Leopold *et al*, in prep.). Daarbij hebben ze vermoedelijk een nog groter offshore foerageerrange dan de Gewone zeehond. De effecten van het offshore heien op Tong zijn zeer gering, dus doorwerkende effecten op Grijze zeehonden zullen kleiner zijn dan op Gewone zeehonden. Derhalve is besloten om voor de Grijze zeehond geen aanvullende berekeningen meer te doen; de Gewone zeehond kan in dit geval model staan voor de Grijze zeehond.

Conclusie

De doorwerking is dus het sterkst op de sterns (Grote stern, Visdief en Noordse stern), de Kleine mantelmeeuw, en minder sterk op twee zeezoogdieren, de Gewone zeehond en de Bruinvis. In de berekening zijn deze soorten maatgevend. Berekeningen op de overige soorten zijn pas nodig als voor (een van) deze soorten nog mogelijke significante effecten overblijven.

7.2.2 RESULTATEN BEREKENING

In de onderstaande tabel staan de doorberekende effecten weer gegeven van een maximale reductie van 6% Haringlarven in de Noordzeekustzone, zoals berekend met behulp het stromingsmodel van Deltares. Voor Schol is een maximale reductie aangehouden van 8,5% (Waddenzee), en 0,1% voor Tong (in de Voordelta). In de berekening is gewerkt met de reductie van de juvenielen, omdat deze de juiste maat hebben voor de (kuikens) van de relevante vogels en voor de zeezoogdieren. De doorvertaling van larvenreductie naar juvenielen is hierboven besproken. Uitgaan van de sterkste reductie voor alle vogels is een (zeer sterke) worstcase

aanname. Immers, vele soorten foerageren (ingeval van Haring) ook in de Waddenzee, waar de reductie lager is. Het omgekeerde geldt dan weer voor Schol. In de Voordelta zijn de percentages alleen het hoogst voor Tong, maar een reductie van 0,1% wordt verwaarloosbaar klein beschouwd. Voor vissoorten anders dan de voornoemde is een inschatting gemaakt voor de reductie op basis van paaiperiode, paaiplaats en biologie.
De uiteindelijke reductie is per soort verschillend, omdat het dieet verschillend is; de reductie van het voedsel is een gewogen gemiddelde van alle prooisoorten van de betreffende vogel, zeehond en de Bruinvis.
Zoals eerder aangeven is een worstcase benadering aangehouden voor de doorvertaling van de eenmalige larvenreductie op broedparen of broedsucces van 80%, de bovengrens voor wat is waargenomen in het geval van de Grote stern, die van de overwogen soorten de sterkste voedselbeperking kent.
Voorts is het effect op broedparen of broedsucces gedeeld door de gemiddelde levensduur van de soort, om zo het effect op de populatie te schatten. De populatie dient als uitgangspunt te worden beschouwd voor het effect op de instandhoudingsdoelstellingen. Een gedetailleerde onderbouwing van de berekening in de onderstaande tabellen is te vinden in Bijlage X.

Tabel 23: overzicht populatie-effecten van reductie vislarven door heien Breeveertien II op visetende vogels en zeezoogdieren in Natura 2000 kolonies rondom Noordzeekustzone en Waddenzee

Soort	Reductie voedsel	Populatie effect	populatie-trend NL 94-04	trend 2000-nu	Beoordeling populatieniveau
Grote stern	3,4%	0,3%	+	+	effect ruim onder 1%, en trend positief, geen probleem
Visdief	3,4%	0,2%	0	0	effect ruim onder 1%, en trend neutraal. Wel allerlei verschuivingen in verspreiding die scherp in de gaten moeten worden gehouden.
Noordse stern	1,7%	0,1%	0/-	0/-	Gaat de laatste jaren minder met deze soort. Effect blijft ruim onder 1% omdat soort zich ook voedt met krabben en wormen. Dat aandeel zal wel iets toenemen door reductie larven, maar blijft beperkt negatief
Kleine mantelmeeuw	3,4%	0,2%	++	0	Ruim onder 1%, maar voedselsituatie is mogelijk aan het wijzigen. Opletten dus.
Zeehond	1,4%	0,1%	++	++	Verwaarloosbaar effect, en sterke groei, niet voedselbeperkt. Geen probleem
Bruinvis	1,9%	0,2%	++	0/-	Klein effect, maar recente afname mogelijk door voedselsituatie. In zomer vaak hongerend. Opletten.

Alle effecten van de verminderde larvenaanvoer blijven na doorwerking op de meest gevoelige soorten en zeezoogdieren ruim onder de 1% op populatieniveau. Het gaat hier om een optelling van der maximale effecten zoals die voor Haring optreden in de Noordzeekustzone, en voor Schol in de Waddenzee. Natura 2000 kolonies die rondom deze wateren liggen en in zowel de Waddenzee als de Noordzeekustzone voedsel zoeken, zullen in een worstcase scenario deze maximale effecten kunnen ondervinden. Een onderscheid tussen effecten op Natura 2000 kolonies vanuit de Waddenzee en de Noordzeekustzone heeft derhalve niet veel zin.

Wat betreft de Voordelta wordt wel een aparte berekening gepresenteerd (Tabel 24), om de effecten voor de kolonies in deze wateren beter te kunnen beoordelen, vooral in cumulatie.

Tabel 24: overzicht populatie-effecten van reductie vislarven door heien Breeveertien II op visetende vogels en zeezoogdieren in Natura 2000 kolonies rondom Voordelta

Soort	Reductie voedsel	Populatie effect	populatie-trend NL 94-04	trend 2000-nu	Beoordeling populatieniveau
Grote stern	0,5%	< 0,05%	+	+	effect ruim onder 1%, en trend positief, geen probleem
Visdief	0,5%	< 0,05%	0	0	effect ruim onder 1%, en trend neutraal. Wel allerlei verschuivingen in verspreiding die scherp in de gaten moeten worden gehouden.
Noordse stern	0,2%	< 0,05%	0/-	0/-	Gaat de laatste jaren minder met deze soort. Effect blijft ruim onder 1% omdat soort zich ook voedt met krabben en wormen. Dat aandeel zal wel iets toenemen door reductie larven, maar blijft beperkt negatief
Kleine mantelmeeuw	0,5%	< 0,05%	++	0	Ruim onder 1%, maar voedselsituatie is mogelijk aan t wijzigen. Opletten dus.
Zeehond	0,2%	< 0,05%	++	++	Verwaarloosbaar effect, en sterke groei, niet voedselbeperkt. Geen probleem
Bruinvis	0,2%	< 0,05%	++	0/-	Klein effect, maar recente afname mogelijk door voedselsituatie. In zomer vaak hongerend. Opletten.

Voor de Voordelta zijn de resultaten iets gunstiger dan voor de Waddenzee en Noordzeekustzone; ook hier blijven de resultaten op populatieniveau ruim onder de 1%, zelfs onder de 0,1%. Dit zijn verwaarloosbaar kleine effecten.

BIJLAGE IX. EFFECTEN VAN HEIEN OP VISLARVEN

Bij de toepassing van het vislarven-model in de locatiespecifieke Passende Beoordelingen wordt een berekening gemaakt van de effecten van heien op de aanvoer van larven van Schol, Tong en Haring naar de Natura 2000-gebieden Voordelta, Noordzeekustzone en Waddenzee. Het model berekent de gevolgen van een opgelegde sterfte van larven als gevolg van het heien op een bepaalde locatie. De modeltoepassing is gelijk aan de werkwijze ontwikkeld voor de Generieke Passende Beoordeling[26].

In de GPB is besproken hoe en op grond van welke aannames een sterftefactor in het model wordt toegepast. De belangrijkste discussiepunten bij die aannames zijn:

- Geluidsniveaus waarbij (directe of indirecte) sterfte van vis optreedt;
- Geproduceerde geluidsniveaus en verspreiding en uitdoving van het geluid bij heien.

De bovengenoemde discussiepunten worden hieronder besproken.

Geluidsniveaus waarbij (directe of indirecte) sterfte van vislarven optreedt

De geluidsniveaus die bij heien geproduceerd worden, zijn hoog (>200 dB re 1µPa), en verschillende effecten op mariene organismen kunnen verwacht worden bij die geluidsniveaus:

- Directe sterfte
- Schade aan organen en weefsels leidend tot
    - sterfte na korte tijd
    - verminderde groei en levensvatbaarheid
- Verminderde groei en levensvatbaarheid van eieren

Zoals al in de GPB geconstateerd, is er zeer weinig wetenschappelijke informatie over de effecten van heien op eieren, vislarven, juveniele of adulte vis. Een rapport, opgesteld in opdracht van het California Department of Transport, geeft een uitgebreide review van de stand van kennis van de effecten van hoge geluidsniveaus en drukgolven op vis (Hastings & Popper, 2005). Het rapport bespreekt de resultaten uit wetenschappelijke publicaties en uit de grijze literatuur.

In het rapport worden diverse publicaties besproken die handelen over de effecten van geluid op eieren en larven, waaruit blijkt dat er geen eenduidige conclusies te trekken zijn over verschillen in gevoeligheid tussen deze stadia en volwassen vis: "*In summary, the few studies on the effects on eggs, larvae, and fry are insufficient to reach any conclusions with respect to the way sound would affect survival. Moreover, most of the studies were done with seismic air guns or mechanical shock and these are stimuli that are very different than those produced by pile driving. The results suggesting some damage and death need to be followed up in a way that*

---

[26] Elders ook wel aangeduid als Handreiking voor het opstellen van locatiespecifieke Passende beoordelingen voor windturbineparken op de Noordzee: Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore windfarms (Prins *et al.* 2008).

would be relevant to pile driving and the characteristic sound transmitted through water and substrate."
Het effect van de geluidsniveaus geproduceerd bij heien op mortaliteit, groei en fysiologie van viseieren en –larven wordt als een belangrijke kennislacune geïdentificeerd.

In het rapport wordt gerefereerd aan vijf recente experimentele studies waarin het effect van heien op adulte vis is onderzocht.

- Een rapport gepubliceerd door het California Department of Transport (Caltrans, 2001) beschrijft onderzoeksresultaten van een demonstratieproject. Dode vis (diverse soorten) werd wargenomen tot op 50 meter van de heilocatie (maar dat sluit niet uit dat er ook op grotere afstand sterfte optrad). Bij gekooide brandingbaars (*Cymatogaster aggregata*) kwam meer sterfte en verwonding voor op locaties dichter bij de heilocatie. Het ontbreekt aan gegevens over blootstellingsniveaus.
- In een ongepubliceerd rapport van Abbott & Bing-Sawyer (2002) worden de resultaten van een experiment met een karperachtige (*Orthodon microlepidotus*) beschreven. Volgens Hastings & Poper (2005) vertoonde deze studie aanzienlijke methodologische problemen, en is het niet mogelijk op basis van deze studie kwantitatieve dosis-effect relaties vast te stellen. Op grond van geëxtrapoleerde geluidsmetingen werd door Abbott & Bing-Sawyer (2002) vastgesteld dat verwondingen van vissen optraden bij piekniveaus groter dan 183 dB re 1 • Pa.
- Een rapport van Nedwell *et al.* (2003) beschrijft effecten van heien op forel. Geen fysieke schade werd waargenomen bij forel op 400 m afstand van de heilocatie (brongeluid 192 dB re 1 • Pa, geschatte geluidspiek op 400 m 134 dB re 1 • Pa), maar er is alleen naar uitwendige schade gekeken. Evenmin zijn effecten op andere afstanden onderzocht.
- Een tweede onderzoek door Caltrans (Caltrans, 2004) beschrijft effecten van heien op baars (*Cymatogaster aggregata*) and regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*) op afstanden tot 314 meter en blootstellingen van 1 tot 20 minuten. De aantallen blootgestelde vis waren te laag voor een statistische toetsing van het waargenomen verband tussen blootstelling en opgetreden verwondingen en sterfte.
- Voor een experiment in de haven van Oakland wordt gerefereerd aan voorlopige rapporten (Abbott, 2004; Marty, 2004), waarin het effect van heien op gekooide vis (brandingbaars, zalm en ansjovis) wordt beschreven. De vissen werden 4 minuten lang blootgesteld, terwijl betonnen palen van 0,6 m diameter werden geheid op 10 m afstand. Er werden geen verschillen met een controlegroep vastgesteld in verwondingen of mortaliteit.

De algemene conclusie van Hastings & Popper (2005) is dat, hoewel het mogelijk is algemene relaties tussen blootstelling en effecten te beschrijven, er onvoldoende kwantitatieve informatie is om dosis-effect niveaus af te leiden. Effecten hangen onder meer af van de soort, de grootte van de vis, de aanwezigheid van een zwemblaas, het piekniveau en de frequentie van het geluid, de vorm van de geluidsgolf ("rise time"), de diepte van het water en de sedimentsamenstelling. Er is een positief verband tussen piekniveaus van geluid en sterfte, waarbij kleinere vis gevoeliger is. Verder wordt vastgesteld dat er gebrek aan kennis is over effecten op langere termijn, en de cumulatieve effecten van heien (langdurige blootstelling, blootstelling aan meerdere periodes van heien).

Als voorlopige richtlijn geven de auteurs een drempelwaarde voor SEL van ca 193 dB re 1 • Pa^2.s voor vissen van 0.01 gram (NB SEL = "Sound exposure level", dat is gedefinieerd als het niveau dat gedurende 1 seconde dezelfde akoestische energie heeft als de kortstondige geluidspuls, en wordt uitgedrukt in dB re 1 • Pa^2 s.)

In de GPB wordt ook verwezen naar een rapport van Thomsen *et al.* (2006) dat is opgesteld in opdracht van COWRIE. Zij baseren zich op dezelfde studies als boven beschreven, en concluderen dat meer onderzoek nodig is om uitspraken te kunnen doen over de omvang van schadelijke effecten van heien.

In 2006 werd een document opgesteld door Popper *et al.* (2006) waarin een voorstel werd gedaan voor interim criteria voor blootstelling van vissen aan heien, gebaseerd op expert judgment en bestaande literatuur. Het stuk geeft aan dat er nog discussie mogelijk is over de geschiktheid van verschillende metrieken om het geluid te karakteriseren. Op basis van een aantal overwegingen stellen de auteurs voor een conservatieve waarde vast te stellen voor SEL van 187 dB re 1• Pa^2 s. Voor piekbelastingen wordt als grenswaarde 208 dB re 1 • Pa_{peak} voorgesteld. Deze waarden hebben betrekking op een enkele heislag, niet op het cumulatieve effect van meerdere slagen in korte tijd, d.w.z. met een interval van minder dan een minuut.

In een memo van Carlson *et al* (2007) wordt een update gegeven van de criteria van Popper *et al.* (2006), gebaseerd op een review door Hastings (2007) van recente onderzoeksresultaten (o.a. Govoni *et al*, 2008). In deze update wordt als grenswaarde voor het optreden van schade aan weefsels bij vis van minder dan 0.5 gram de waarde voor cumulatieve SEL van 183 dB re 1 • Pa^2 s voorgesteld (NB Cumulatieve SEL wordt berekend uit SEL_{cum}=10*log(aantal heislagen) + $SEL_{1\ slag}$).

In juni 2008 zijn door de Fisheries Hydroacoustic Working Group nieuwe interim criteria vastgesteld, nl. een piekniveau van 206 dB (peak) en een cumulatieve SEL level van 187 dB voor vis > 2 gram, en een cumulatieve SEL van 183 dB voor vis <2 gram (http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/files/fhwgcriteria_agree.pdf).

In de GPB is als grenswaarde voor het optreden van sterfte van vislarven door heien tevens de waarde van 183 dB re: 1• Pa^2s voor cumulatieve SEL gebruikt. Gezien de wetenschappelijke onzekerheid kan worden gesteld dat 100% sterfte bij geluidsniveaus > 183 dB re: 1• Pa^2 s een 'worstcase' aanname is.

Nogmaals wordt benadrukt dat de wetenschappelijke kennis t.a.v de effecten van heien op vis, en met name vislarven, vrijwel ontbreekt. Er loopt op dit moment onderzoek in opdracht van CALTRANS (http://www.trb.org/TRBNet/ProjectDisplay.asp?ProjectID=763) en COWRIE heeft in de zomer van 2008 een tender uitgeschreven voor de studie van de effecten van heien op vis (http://www.offshorewind.co.uk/Pages/News/Tender_Opportunities/Effects_of_pile-driving_noise_on_the_behaviour_of_marine_fish/).

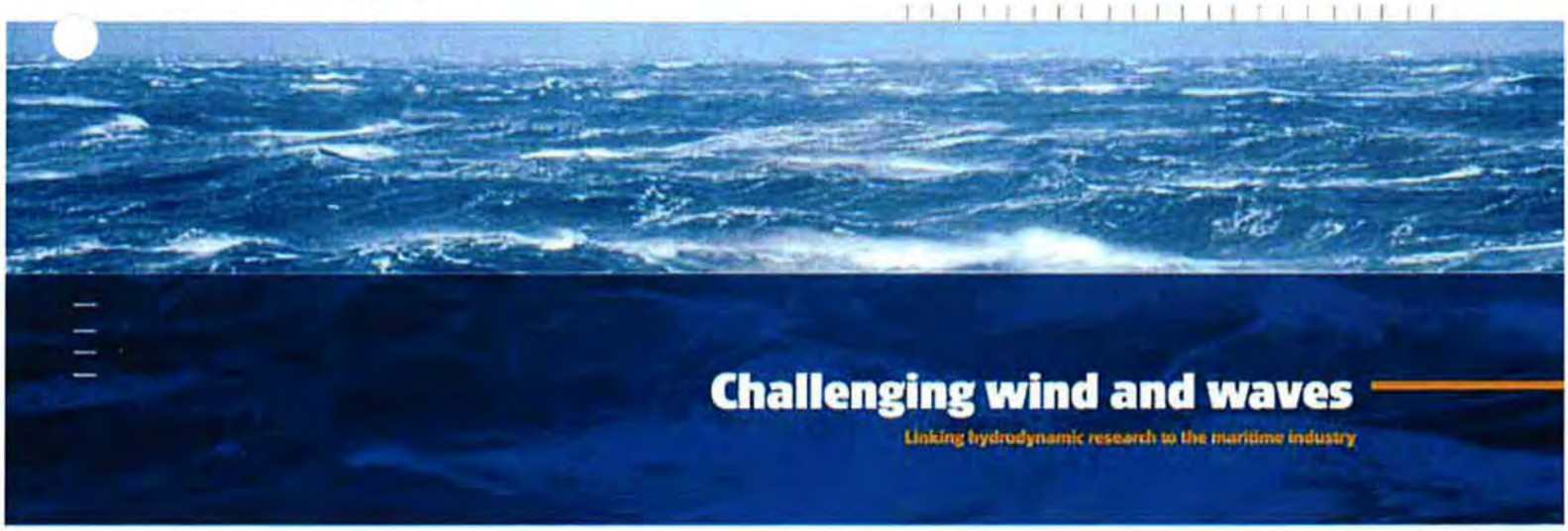
Geproduceerde geluidsniveaus en verspreiding en uitdoving van het geluid bij heien

In de GPB was aangenomen dat bij heien tot op een afstand van ca 1000 m van de heilocatie de geluidsniveaus (cumulatieve SEL) de grenswaarde van 183 dB re 1 • Pa^2s zouden kunnen overstijgen. Dit was gebaseerd op de volgende overwegingen:

- De bronsterkte bij heien is 225 dB re 1 • Pa^2s (Figuur 8.1 in GPB) of hoger bij gebruik van grotere diameter heipalen;
- Bij heien voor Q7 van 4 m diameter monopiles was de SEL tot op een afstand van enkele honderden meters hoger dan 183 dB re 1 • Pa^2 s;
- Er is onzekerheid over de uitdoving van het geluid, meest waarschijnlijke aanname is een uitdoving tussen -15log(R) en -20log(R) (rapport Seamarco 1-2008);
- De SEL op 1000 meter afstand van de heilocatie overschrijdt de waarde van 187 dB re 1 • Pa^2 s bij een bronsterkte van 247 dB en een uitdoving volgens -20log(R), en bij een bronsterkte van 232 dB met een uitdoving volgens -15log(R);
- De cumulatieve SEL zal, afhankelijk van de heifrequentie, zeker nog enkele dB hoger zijn.

Gezien de onzekerheid over de propagatie van het geluid, en mogelijke verschillen in brongeluid als gevolg van verschillen in gebruikte funderingen, is de afstand van 1000 meter aangehouden als 'worstcase' benadering.

BIJLAGE 9.1 VEILIGHEIDSSTUDIE OFFSHORE WINDPARK "TROMP BINNEN"



VEILIGHEIDSSTUDIE OFFSHORE WINDPARK "Tromp Binnen"

Eindrapport

Rapport Nr. : 22569.620/4
Datum : 4 december 2008

Paraaf Management:

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 47 99 11
F +31 317 47 99 99

E mscn@marin.nl
I www.marin.nl

VEILIGHEIDSSTUDIE OFFSHORE WINDPARK "Tromp Binnen"

MARIN opdrachtnr. : 22569.620

Opdrachtgever : RWE Offshore Nederland B.V.
Postbus 90
2130 AB HOOFDDORP

Auteur : W.H. van Iperen
C. van der Tak

INHOUDSOPGAVE

Pag.

1 INLEIDING 12

2 DOELSTELLING 12

3 WERKWIJZE 13
3.1 SAMSON 13
3.2 Effect van het windpark 15
3.3 Modelinvoer en uitgangspunten 16
3.3.1 Verkeer 16
3.3.2 Gebruikte modellen 17
3.4 Gevolgschade 18
3.4.1 Schade aan windturbine en schip. 18
3.4.2 Bepalen van persoonlijk letsel 21
3.5 Effecten voor de scheepvaart 21
3.6 Cumulatieve effect 23
3.7 Kruisende scheepvaart 25
3.8 Tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen 38

4 RESULTATEN 41
4.1 Locatie en inrichtingsvarianten 41
4.2 Aanvaar/aandrijf frequenties 43
4.3 Gevolgschade 46
4.3.1 Schade aan het schip 46
4.3.2 Schade aan de windturbines 46
4.3.3 Milieuschade 46
4.3.4 Persoonlijk letstel 48
4.4 Effecten voor de scheepvaart 50
4.5 Het effect van het werkverkeer op het risico 51
4.6 Het cumulatieve effect 51
4.7 Radardekking naar de Nederlandse havens 55
4.8 Kruisende scheepvaart 55
4.8.1 Vergelijking opstellingen voor de varianten 55
4.8.2 Extra aanvaringen door zichtbelemmering 63

5 MAATREGELEN 66
5.1 Gebruik van AIS 66
5.2 Inzet van De Waker 66
5.3 Autonome ontwikkeling uitstroom van olie 67
5.4 Mitigerende maatregelen bij kruisend verkeer 68

6 CONCLUSIES 70

REFERENTIES 71

APPENDIX A1: 72
Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varA, 56 turbines van 3.6 MW 72

APPENDIX A2: 80
Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varB, 89 turbines van 3.6 MW 80

APPENDIX A3: 89

Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_G, 48 turbines van 5 MW op gravity based fundatie 89

APPENDIX A4: 97
Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_J, 48 turbines van 5 MW op jacket fundatie 97

APPENDIX A5: 105
Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_G, 59 turbines van 5 MW op gravity based fundatie 105

APPENDIX A6: 114
Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_J, 59 turbines van 5 MW op jacket fundatie 114

OVERZICHT VAN TABELLEN EN FIGUREN

Tabellen:

Tabel 3-1	Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de turbine en het schip.	20
Tabel 4-1	Overzicht van de onderzochte varianten voor Tromp Binnen	41
Tabel 4-2	Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief High Voltage Station)	44
Tabel 4-3	Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief High Voltage Station)	44
Tabel 4-4	Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km^2 voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief High Voltage Station)	45
Tabel 4-5	Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie	47
Tabel 4-6	Uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ	47
Tabel 4-7	De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh	48
Tabel 4-8	De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km^2	48
Tabel 4-9	Scoretabel voor de effecten van het windpark Tromp Binnen voor de scheepvaart.	50
Tabel 4-10	Risico en extra risico voor kruisend verkeer voor de monopile en gravity based varianten	64
Tabel 4-11	Risico en extra risico voor kruisend verkeer voor de varianten met jacket fundatie	64
Tabel 5-1	Aandrijffrequenties voor het windpark met en zonder de inzet van De Waker.	67
Tabel 6-1	Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten	70
Tabel 6-2	Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per MWh energieopbrengst voor de beschouwde inrichtingsvarianten	70
Tabel A1-1	Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varA	74
Tabel A1-2	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varA	74
Tabel A1-3	Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen	74
Tabel A1-4	Schade aan het totale windpark	74
Tabel A1-5	Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines	75
Tabel A1-6	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	76
Tabel A1-7	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	76
Tabel A1-8	Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine	76
Tabel A1-9	Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine	77
Tabel A1-10	Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt	77
Tabel A1-11	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	78
Tabel A1-12	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	78

Tabel A1-13	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	78
Tabel A1-14	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	79
Tabel A1-15	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	79
Tabel A1-16	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	79
Tabel A2-1	Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varB	82
Tabel A2-2	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varB	83
Tabel A2-3	Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen	83
Tabel A2-4	Schade aan het totale windpark	83
Tabel A2-5	Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines	84
Tabel A2-6	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	85
Tabel A2-7	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	85
Tabel A2-8	Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine	85
Tabel A2-9	Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine	86
Tabel A2-10	Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt	86
Tabel A2-11	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	87
Tabel A2-12	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	87
Tabel A2-13	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	87
Tabel A2-14	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	88
Tabel A2-15	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	88
Tabel A2-16	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	88
Tabel A3-1	Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varC_G	90
Tabel A3-2	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varC_G	91
Tabel A3-3	Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen	91
Tabel A3-4	Schade aan het totale windpark	91
Tabel A3-5	Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines	92

Tabel A3-6	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	93
Tabel A3-7	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	93
Tabel A3-8	Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine	93
Tabel A3-9	Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine	94
Tabel A3-10	Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt	94
Tabel A3-11	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	95
Tabel A3-12	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	95
Tabel A3-13	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	95
Tabel A3-14	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	96
Tabel A3-15	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	96
Tabel A3-16	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	96
Tabel A4-1	Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varC_J	98
Tabel A4-2	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varC_J	99
Tabel A4-3	Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen	99
Tabel A4-4	Schade aan het totale windpark	99
Tabel A4-5	Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines	100
Tabel A4-6	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	101
Tabel A4-7	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	101
Tabel A4-8	Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine	101
Tabel A4-9	Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine	102
Tabel A4-10	Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt	102
Tabel A4-11	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	103
Tabel A4-12	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	103
Tabel A4-13	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	103

Tabel A4-14	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	104
Tabel A4-15	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	104
Tabel A4-16	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	104
Tabel A5-1	Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varD_G	107
Tabel A5-2	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varD_G	108
Tabel A5-3	Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen	108
Tabel A5-4	Schade aan het totale windpark	108
Tabel A5-5	Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines	109
Tabel A5-6	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	110
Tabel A5-7	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	110
Tabel A5-8	Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine	110
Tabel A5-9	Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine	111
Tabel A5-10	Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt	111
Tabel A5-11	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	112
Tabel A5-12	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	112
Tabel A5-13	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	112
Tabel A5-14	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	113
Tabel A5-15	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	113
Tabel A5-16	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	113
Tabel A6-1	Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varD_J	116
Tabel A6-2	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varD_J	117
Tabel A6-3	Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen	117
Tabel A6-4	Schade aan het totale windpark	117
Tabel A6-5	Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines	118
Tabel A6-6	Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	119

Tabel A6-7	Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine	119
Tabel A6-8	Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine	119
Tabel A6-9	Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine	120
Tabel A6-10	Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt	120
Tabel A6-11	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	121
Tabel A6-12	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	121
Tabel A6-13	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling	121
Tabel A6-14	Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	122
Tabel A6-15	Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	122
Tabel A6-16	Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling	122

Figuren:

Figuur 3-1	Systeemdiagram SAMSON	14
Figuur 3-2	Figuren van de verschillende bezwijkvormen.	18
Figuur 3-3	Windpark gezien vanaf het eigen schip	26
Figuur 3-4	Windpark gezien vanaf het schip met een klein schip in het buitenbeeld	26
Figuur 3-5	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks (I)	29
Figuur 3-6	Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen (II)	30
Figuur 3-7	Opstelling versprongen maar net als II maar 90° gedraaid (III)	30
Figuur 3-8	Opstelling vierkant als I maar dan 45° gedraaid (IV)	31
Figuur 3-9	Schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m	32
Figuur 3-10	Schaduw > 30 m, > 40 m en maximale lengte van een schaduwstuk	33
Figuur 3-11	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m	34
Figuur 3-12	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m	34
Figuur 3-13	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m	35
Figuur 3-14	Schaduw > 10 m, > 20 m en > 30 m lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse	36
Figuur 3-15	Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse	37
Figuur 3-16	NUC-records met snelheid over de grond < 6 knopen en drifthoek > 30° (maart -december 2005)	38
Figuur 3-17	Aantal storingen op traject tot havenmond	40
Figuur 3-18	Aantal storingen op traject tot havenmond	40
Figuur 4-1	Verkeersbeeld bij windparklocatie Tromp Binnen in de huidige situatie	42
Figuur 4-2	De windparklocatie Tromp Binnen vrijgemaakt van scheepvaartverkeer	42
Figuur 4-3	Verkeersafwikkeling bij Tromp Binnen	55
Figuur 4-4	Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant A	57
Figuur 4-5	Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant B	57
Figuur 4-6	Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant C	58
Figuur 4-7	Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant D	58
Figuur 4-8	Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en 30m voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor varianten A tot en met D	59
Figuur 4-9	Aantallen schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor varianten A tot en met D	60
Figuur 4-10	Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en 30m voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor de varianten C en D, waarbij onderscheid is gemaakt tussen het effect van gravity based en jacket fundaties	61
Figuur 4-11	Aantallen schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor de varianten C en D, waarbij	

	onderscheid is gemaakt tussen het effect van gravity based en jacket fundaties	62
Figuur A1-1	Windpark Tromp Binnen, variant TB_varA, 56 windturbines van 3.6 MW	72
Figuur A1-2	Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)	75
Figuur A2-1	Windpark Tromp Binnen, variant TB_varB, 89 turbines van 3.6 MW	80
Figuur A2-2	Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)	84
Figuur A3-1	Windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_G, 48 turbines van 5 MW op gravity based fundatie	89
Figuur A3-2	Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)	92
Figuur A4- 1	Windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_J, 48 turbines van 5 MW op jacket fundatie	97
Figuur A4-2	Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)	100
Figuur A5-1	Windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_G, 59 turbines van 5 MW op gravity based fundatie	105
Figuur A5-2	Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)	109
Figuur A6-1	Windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_J, 59 turbines van 5 MW op jacket fundatie	114
Figuur A6-2	Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)	118

1 INLEIDING

Dit rapport beschrijft de veiligheidsstudie voor het offshore windpark "Tromp Binnen" die het MARIN in opdracht van RWE heeft uitgevoerd. Hierbij worden de effecten op de scheepvaart door de aanwezigheid van het windpark gekwantificeerd. De berekeningen zijn uitgevoerd voor zes inrichtingsvarianten.

De opbouw van dit rapport is als volgt:
Hoofdstuk 2 bevat de doelstelling van deze studie.
In hoofdstuk 3 is geschetst hoe de veiligheidsstudie is opgezet, welke informatie nodig is en waar deze informatie vandaan komt. Dit hoofdstuk is voor iedere veiligheidsstudie voor de milieueffectrapportage van een windpark gelijk gehouden en bevat geen windparkspecifieke gegevens. Het kan dus worden overgeslagen wanneer men bekend is met de werkwijze.
De resultaten van de veiligheidsstudie voor het windpark Tromp Binnen worden gegeven in hoofdstuk 4.
In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op maatregelen die het risico voor de scheepvaart kunnen verkleinen.
In hoofdstuk 6 wordt de conclusie geformuleerd en de gunstigste inrichtingsvariant genoemd.

2 DOELSTELLING

De doelstelling van deze studie is het bepalen van de effecten op de scheepvaart voor zes verschillende inrichtingsvarianten van het windpark Tromp Binnen. Hiertoe wordt specifiek het volgende gekwantificeerd:

- De kans op een aanvaring/aandrijving van een windmolen per jaar.
- De milieueffecten in termen van uitstroom van bunkerolie en ladingolie als gevolg van een aanvaring met een windmolen.
- Persoonlijk letsel in termen van het verwachte aantal doden als gevolg van een aanvaring met een windmolen.

Bovendien worden de effecten buiten de parklocatie van het windpark op de scheepvaart geschat.

3 WERKWIJZE

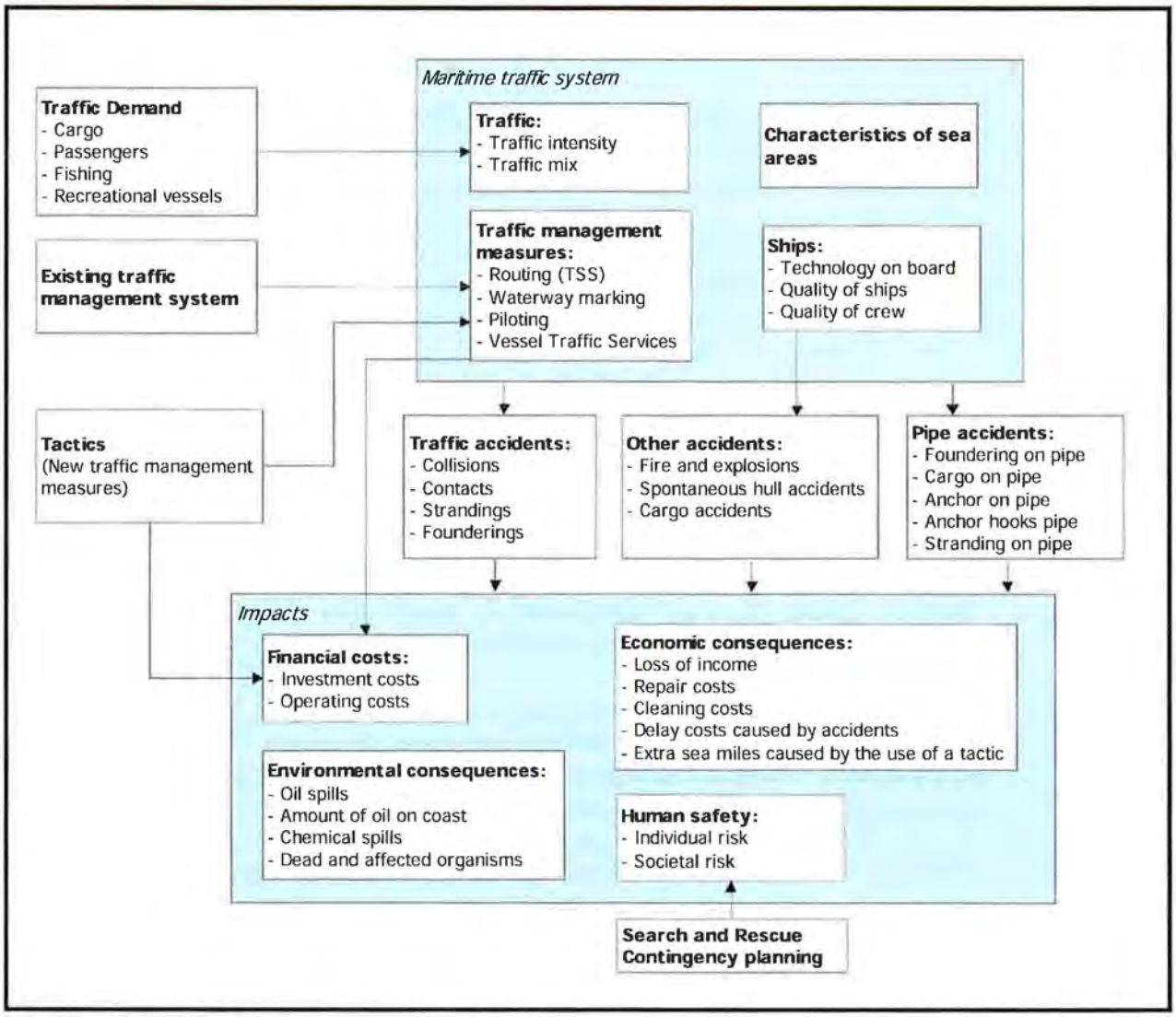
3.1 SAMSON

Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letstel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een algemene beschrijving van het model kan worden gevonden in [1]. In de executive summary van POLSSS, Policy for Sea Shipping Safety [2], wordt beschreven op welke wijze SAMSON gebruikt is om de kosten en gevolgen van een groot aantal beleidsmaatregelen te voorspellen.

In Figuur 3-1 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok "Maritime traffic system" (rechts boven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte enz.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok "Impacts" bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.



Figuur 3-1 *Systeemdiagram SAMSON*

3.2 Effect van het windpark

De aanleg van het windpark heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door het toekomstige windpark, zal in de toekomst zijn route moeten verleggen en het windpark op minimaal 500 meter afstand passeren. Dit betekent dat dit schip **hinder** ondervindt van het windpark. Er zijn echter meer gevolgen. Doordat het schip een andere route neemt krijgen de scheepvaartroutes buiten het windpark een hogere (misschien fractioneel) intensiteit. Als gevolg van de hogere intensiteiten op deze routes is het de verwachting dat het aantal ontmoetingen en dus ook het aantal ongevallen toeneemt.
Er treden echter ook nieuwe typen ongevallen op, namelijk **aanvaringen** en **aandrijvingen** met een windturbine van het windpark. In SAMSON worden dit soort ongevallen aangeduid met respectievelijk ***rammings*** en ***drifting contacts***;

- Een **ramming** (aanvaring) is het gevolg van een navigatiefout, wanneer de navigator van een schip, dat op ramkoers ligt met een windturbine van het windpark, niet of te laat reageert. Een navigatiefout kan verschillende oorzaken hebben, zoals; onwetendheid, het niet zien van het windpark, het niet aanwezig zijn op de brug, onwel worden en niet kunnen reageren etc. De snelheid bij de aanvaring is hoog.
- Een **drifting** (aandrijving) treedt op wanneer een schip door een machinestoring niet meer manoeuvreerbaar is. In eerste instantie zal men proberen voor anker te gaan, maar indien dit niet mogelijk is, is het schip overgeleverd aan wind, golven en stroom. Een driftend schip kan vervolgens tegen een windturbine van het windpark komen zonder dat men dit aan boord kan voorkomen. De aanvaring is dwarsscheeps en de snelheid gering.

Deze ongevallen komen voort uit het scheepvaartverkeer rondom het windpark en **behoeven niet noodzakelijkerwijs** tot de groep schepen beperkt te blijven die door het gebied van het windpark voeren toen dat er nog niet was.

Om de effecten van het windpark op de scheepvaart te kunnen berekenen moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. De scheepvaart moet het windpark op minimaal 500 m passeren. Door de grootte van het windpark wordt de verkeersafwikkeling duidelijk beïnvloed door het windpark. Voor iedere locatie van het windpark is daarom een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon is ingebracht. Vervolgens kunnen de ongevalskansmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart. Op basis van de nieuwe verkeersdatabase wordt een complete **risicoanalyse** uitgevoerd. Dit houdt in dat het *veranderde* risico voor de scheepvaart wordt bepaald ten gevolge van de veranderingen in de verkeersafwikkeling rond het windpark. Daarboven wordt het door het windpark geïntroduceerde nieuwe risico, namelijk de kans op een aanvaring met het windpark bepaald.

3.3 Modelinvoer en uitgangspunten

De volgende uitgangspunten, zijnde aannames, modelinput en parameters worden voor de berekeningen gehanteerd.

3.3.1 Verkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het "niet-routegebonden" verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Het *routegebonden* verkeer is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels in de Nederlandse Economische Exclusieve Zone beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste verbindingen tussen havens omvatten. De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes worden bepaald door alle scheepsreizen van een jaar die geheel of gedeeltelijk over de Noordzee hebben plaatsgevonden toe te wijzen aan deze links. Al deze scheepsreizen worden door Lloyd's Marine Intelligence Unit (voorheen Lloyd's Maritime Information Services) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt betrof alle scheepsreizen van het jaar 2004.
Bij het samenstellen van de verkeersdatabase voor 2004 is rekening gehouden met de autonome ontwikkeling van windparken, dus zijn de locaties Q7 en Near Shore Windpark al meegenomen bij het bepalen van de routes en is tevens rekening gehouden met het toekomstige verkeersscheidingsstelsel in Rotterdam dat naar verwachting in gebruik is wanneer het windpark gebouwd wordt.

Voor de locatie wordt een aangepaste verkeersdatabase voor 2004 gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het *routegebonden* verkeer niet door de desbetreffende windparklocatie vaart. De aanvaar-/aandrijf kansen voor de turbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de locatie voor het windpark is vrijgemaakt.

Het *niet-routegebonden* verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Enerzijds omdat Lloyd's deze informatie niet verzamelt, maar ook omdat het gedrag van dit verkeer op zee duidelijk anders is. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd. De gemiddelde dichtheid in 8 bij 8 km gridcellen komt uit het Verkeers Onderzoek NOordzee Visuele Identificatie

(VONOVI). VONOVI is gebruikt voor de validatie van de scheepvaartroutes van het *routegebonden verkeer* en voor het bepalen van de benodigde dichtheden van het *niet-routegebonden* verkeer.
Tijdens een VONOVI-vlucht wordt een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai vaart ziet, wordt de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later worden andere scheepskenmerken toegevoegd en worden alle waarnemingen verwerkt. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van de verkeersdichtheden op basis van de VONOVI-vluchten van 1999 -2001. Het overgrote deel van de *niet-routegebonden* scheepvaart bestaat uit vissers.

Supplyvaart: De supplyvaart verzorgt de bevoorrading van de platforms. Ze onderscheiden zich van de vissers, recreatievaart doordat de bestemming vaak vast ligt. IJmuiden en Den Helder zijn supply bases. Er is relatief veel supplyvaart. Deze vaart gedraagt zich direct buiten de havens veel meer als *routegebonden* vaart. De supplyvaart is dan ook uit het *niet-routegebonden* verkeer gehaald en op extra links aan de routestructuur van de *routegebonden* schepen toegevoegd.

3.3.2 Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen.Om het effect van het windpark te kwantificeren op de locatie van het wind park wordt het aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald, hiervoor worden de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (windturbine)
    - als gevolg van een navigatie fout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van het windpark voor de scheepvaart buiten de windparklocatie te schatten, wordt het risiconiveau met en zonder het windpark vergeleken. Om het "algemene" risiconiveau vast te stellen worden de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Contact met een platform
    - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Contact met een pier
    - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Stranden
    - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)

3.4 Gevolgschade

Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving.

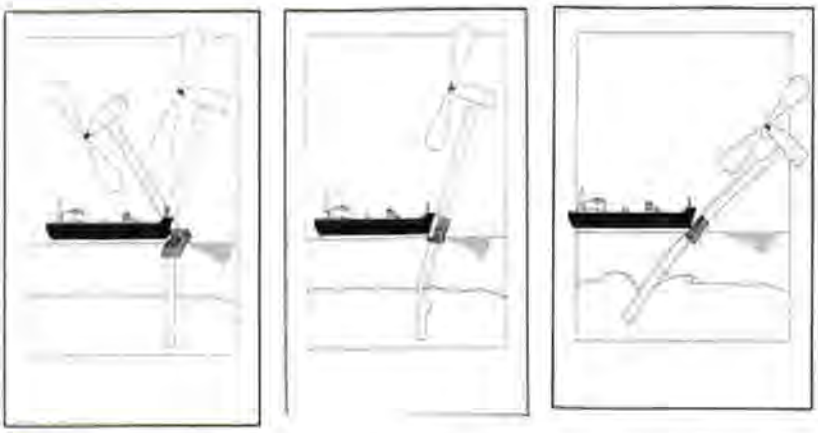
Van de schepen welke in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie welke maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring deels op basis van complexe berekeningen de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met elkaar of een object komen. Uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De aanwezige energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype met de daarbij behorende kansen van optreden.

3.4.1 Schade aan windturbine en schip.

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie van de energie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van de windturbines is onderzocht [3]. Hieruit bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en daarbij slechts een fractie van de energie dissipeert. Voor de verdere analyse van de gevolgschade worden de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden:

- **Knikken**; de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vast zitten. Ten slotte valt de turbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de turbine richting het schip valt kan de rotor met de gondel op het dek terechtkomen.

- **Scharnieren;** de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de "bevestiging" op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omver geduwd. Het feitelijke scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft.



Figuur 3-2 Figuren van de verschillende bezwijkvormen.

Welke van deze beide bezwijkvormen optreedt, is alleen op basis van een dynamische berekening vast te stellen. Experts hebben op basis van hun onderzoek de frequentie van voorkomen geschat voor de verschillende bezwijkvormen. Daar waar de effecten nog niet zijn in te schatten heeft men voor een conservatief standpunt gekozen. Zo kan de mast met gondel van het schip af of op het schip vallen. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt aangenomen dat de mast met gondel altijd op het schip valt ingeval van knikken.

In Tabel 3-1 wordt een overzicht gegeven van verschillende bezwijkvormen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine per scheepsgrootte. Ook wordt in de tabel aangegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Dit is de gevolgschadetabel die ook in de veiligheidsstudie voor het Near Shore Windpark is gebruikt. Het bovenste deel van Tabel 3-1 geldt wanneer de turbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken. Pas vanaf een scheepsgrootte van 1000 GT kan dit optreden (kans 10%) en bij schampen treedt dit pas op bij 1600 GT. Bij aandrijven is de energie onvoldoende om de turbine te doen knikken.

Bij de frontale en de frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg van het schip, maar geen ernstige schade ("Geen" in Tabel 3-1) optreden in het ladinggedeelte van het schip. De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot waar lek raken geen uitstroom tot gevolg heeft omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaierende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Wel kan er schade ontstaan aan het dek, in het geval de mast en/of gondel op het dek valt.
Bij aandrijving van een windturbine wordt geen milieuschade verwacht omdat de windturbine zodanig is opgebouwd dat er geen uitsteeksels zijn die de huid van het tegen de windturbine drijvende schip beschadigen.
Persoonlijk letsel en milieuschade is voor een aanvaring/aandrijving alleen te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in Tabel 3-1).
Wel komt er een zeer geringe hoeveelheid olie in het water van de windturbine zelf wanneer deze omvalt of bezwijkt. De verontreiniging bestaat uit 250 liter minerale olie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met de SAMSON-categorie ladingolie) en maximaal 100 liter dieselolie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met SAMSON-categorie bunkerolie).

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
			Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos Mos[1]	Dek	0%	Ja	Geen						
	1600-10000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek						
	10000-30000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	30000-60000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	60000-100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	>100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
Scharnieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

Tabel 3-1 ***Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de turbine en het schip.***

[1] GosMos = Gondel Op Schip en Mast Op Schip na plastische vervorming

3.4.2 Bepalen van persoonlijk letsel

Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende milieuschade in termen van persoonlijk letsel en milieuschade is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal worst case benaderingen.

Uitgaande van het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn de volgende rekenslagen per scheepstype en grootte gemaakt.

- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in de Tabel 3-1). Aangezien niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt wordt hier met een factor 1 gerekend, dus met het worst case scenario dat de mast altijd op het schip valt.
- Vermenigvuldiging met het beschadigingsgedeelte van het dek. Hierin zitten twee worst case benaderingen, namelijk;
    - De mast valt geheel op het schip. Bij het schampen zal echter de mast vaak schuin over het dek kantelen en hierbij slechts geringe schade aanrichten.
    - Het oppervlak van de mast inclusief het volledige rotorblad wordt genomen, dus alsof de windturbine al draaiend intact op het dek valt.
- Vermenigvuldiging met de kans dat iemand zich bevindt op het beschadigde gedeelte. De kans dat een persoon zich ergens aan dek bevindt wordt op 10% geschat. In werkelijkheid is deze kans veel kleiner, aangezien vrijwel alleen bij vissersschepen bemanning aan dek te vinden is, maar deze groep zit vrijwel niet in de groep schepen die de mast doet knikken. Deze 10% bevat ook de mensen die indirect worden getroffen door het doorwerken van de dekschade tot de ruimtes daaronder waarin personen aanwezig zijn.
- Vermenigvuldiging met het aantal personen aan boord, immers de kans is voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel doordat mensen vallen door de klap zelf is niet gemodelleerd, ook niet voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig vernield wordt. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen ook onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

3.5 Effecten voor de scheepvaart

Het gebied van het windpark indien het eenmaal gebouwd is, vormt een "verboden" gebied voor alle scheepvaart (met uitzondering van reparatie/onderhoudsvaartuigen). Het is dus goed mogelijk dat schepen een andere route moeten volgen dan voor de bouw van het windpark (vergelijk Figuur 4-1 en Figuur 4-2). Hierdoor verandert het verkeersbeeld rond het windpark. Het kan zijn dat op sommige locaties de verkeersintensiteit toeneemt en op andere juist af. De verschuiving van de verkeersintensiteit heeft effect op de "algemene" veiligheid van de scheepvaart.

In de POLSSS (POLicy for Sea Shipping Safety) studie [2] voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (DGG) is gebruik gemaakt van een scorekaart voor het weergeven van effecten voor de scheepvaart van maatregelen. De aanwezigheid van het windpark heeft invloed op de verkeersafwikkeling en heeft daardoor effect op de veiligheid voor de scheepvaart. Vanuit de POLSSS-scorekaart is de windpark-

scorekaart afgeleid door een aantal (voor het windpark) nauwelijks ter zake doende items te verwijderen.

Scorekaart
De resultaten voor de situatie met een windpark worden steeds vergeleken met de nulsituatie voor het windpark, de zogenaamde autonome situatie. De autonome situatie is hier de verkeersafwikkeling zonder het windpark voor het jaar 2004, voor het bepalen van de autonome verkeersdatabase is rekening gehouden met de aanleg van het windpark Q7 en het NearShoreWindpark.

Voor ieder item van de scorekaart wordt het totaal resultaat voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone gegeven voor de situatie met het windpark. Van ieder item wordt ook het **effect van het windpark** bepaald, dus het resultaat van de situatie met het windpark minus de situatie zonder windpark. Om een idee te vormen van wat het *effect van het windpark* betekent wordt de procentuele verandering van de situatie met het windpark ten opzichte van de autonome situatie gegeven.

De scorekaart bevat de volgende items:

Algemeen:
Per scheepstype wordt het gemiddeld aantal aanwezige schepen in de EEZ gegeven. Omdat de mogelijkheid bestaat dat schepen moeten "omvaren" door de aanwezigheid van het windpark, betekent dit dat het schip "langer" op zee is en dus het gemiddeld aantal aanwezige schepen toeneemt.

Veiligheid:
- Het aantal schepen (routegebonden en niet-routegebonden) dat per jaar betrokken is bij een aanvaring tussen schepen;
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een navigatiefout (rammen);
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een motorstoring (driften);
- Het aantal aanvaringen tegen een platform door een navigatiefout (rammen);
- Het aantal aandrijvingen tegen een platform door een motorstoring (driften);
- Het aantal schepen dat gemiddeld per jaar zinkt;
- Het verwachte aantal incidenten per jaar waarbij door de externe omstandigheden een gat in de huid ontstaat, waardoor bijvoorbeeld olie in zee kan stromen;
- Het verwachte aantal ongevallen per jaar met brand en/of een explosie aan boord;
- Totaal aantal ongevallen per jaar.

Economisch effect:
Door de aanwezigheid van het windpark kan het zijn dat schepen moeten "omvaren", dit brengt extra kosten met zich mee. Als economisch effect van het windpark worden de totale kosten voor alle afgelegde zeemijlen per jaar gegeven.

3.6 Cumulatieve effect

Naast het windpark beschreven in dit rapport wordt wellicht een aantal andere windparken gebouwd in de EEZ. Het cumulatieve effect van deze windparken op de verkeersveiligheid wordt naast de bijdrage van het onderhavige park inzichtelijk gemaakt.

Het totale vermogen voor windenergie op zee waarvoor initiatieven zijn ontplooid overstijgt vele malen de verwachting van het uiteindelijke vermogen dat naar verwachting gerealiseerd zal worden. Het is daarom niet realistisch om alle windparken mee te nemen bij de berekening van het cumulatieve effect.

In navolging van de richtlijnen voor het MER wordt bij de bepaling van het cumulatieve effect uitgegaan van:

- het onderhavige windpark;
- realisatie van windturbineparken in de nabijheid van het windpark met een gezamenlijk vermogen van ten minste 1000 MW;
- de maximaal mogelijke energieopbrengst van de beschikbare ruimte, dus maximale bezetting van de beschikbare oppervlakte.

Het cumulatieve effect wordt voor iedere inrichtingsvariant van het onderhavige park bepaald voor twee scenario's voor de andere windparken, namelijk:

- de minimumvariant met 3 MW turbines;
- de maximumvariant met 5 MW turbines.

Voor het bepalen van de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van een aantal windparken samen is het **eigenlijk nodig** dat de inrichtingen van alle windparken die hierin meegenomen worden, bekend zijn. Deze inrichting is echter op het moment van het opstellen van de startnotitie nog niet bekend. Het vrijmaken van alle windparklocaties van scheepvaartverkeer en het opvullen van alle locaties met windturbines geeft dan ook een "schijnnauwkeurigheid" die niet nodig is. Immers door een andere invulling van een windparklocatie door een andere initiatiefnemer dan verondersteld zal het cumulatieve effect al anders worden dan berekend. Daarom wordt een berekeningsmethode gehanteerd die inzicht geeft in het cumulatieve effect zonder in detail de inrichting van de andere windparken te kennen.

Bij het bepalen van het cumulatieve effect wordt voor de andere windparken uitgegaan van de uiterste begrenzingen van de locatie. Verder wordt voor de parken die nog niet vergund zijn, gerekend met:

- een volledige bezetting van het gebied binnen de in de startnotitie genoemde coördinaten.

Bij het maken van een inrichting van de beschikbare ruimte met windturbines blijkt dat de totale energieopbrengst van de beschikbare ruimte nagenoeg gelijk blijft wanneer windturbines met groter vermogen worden gebruikt. De reden is dat windturbines met een groter vermogen meer ruimte nodig hebben, waardoor er minder geplaatst kunnen worden.

Deze methode analoog aan de richtlijnen leidt tot een ander aantal windturbines en een ander geïnstalleerd vermogen dan in de startnotitie van het windpark is opgenomen. De afwijkingen ontstaan doordat in de startnotitie een andere invulling, dan wel het gebruik van een ander type turbine, is genoemd. Bovendien zijn er afwijkingen tussen in de

startnotitie genoemde oppervlaktes van het windpark en de berekende oppervlakte van de beschikbare ruimte (tussen de uiterste coördinaten).

Bij de berekening wordt bij de minimumvariant uitgegaan van 3 MW windturbines die compact staan opgesteld met een dichtheid van 4.8 windturbine per km^2. Deze dichtheid van 4.8 windturbine per km^2 is bepaald uit een aantal windparken waarvan de compacte inrichting met 3 MW turbines bekend is. Aangezien er bij kleinere oppervlaktes meer ruimteverlies is, wordt een **oppervlakteafhankelijke correctiefactor toegepast**. Deze methode leidt tot het aantal windturbines van 3 MW dat wordt meegenomen in de minimumvariant.

Bij de maximumvariant wordt het windpark gevuld met turbines van 5 MW ook in een compacte opstelling. Doordat de benodigde ruimte per turbine groter is zal het totaal geïnstalleerd vermogen nauwelijks veranderen. Er wordt bij de maximumvariant gerekend met 3/5x4.8=2.88 windturbine per km^2 bij de maximumvariant, waarop weer dezelfde oppervlakteafhankelijke correctiefactor wordt toegepast. Deze aanpak zorgt er ook voor dat bij de minimumvariant en maximumvariant met dezelfde verzameling van windparken wordt gewerkt. Ook zorgt deze aanpak voor een consistente berekening van het risico van alle windparken van andere initiatiefnemers.

Het effect van een windpark op de scheepvaartveiligheid wordt vooral bepaald door:

- Aanvaringen en aandrijvingen met een windturbine van het windpark.
- De kans op uitstroom van lading of bunkerolie.
- Verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen onderling door een grotere concentratie van de scheepvaart op de scheepvaartroutes langs de windparken.
- De mogelijke omweg ten gevolge van de aanwezigheid van de windparken, welke leidt tot economische verliezen en een verhoogde kans op een ongeval door de langere route.

In opdracht van de Directie Transportveiligheid, onderdeel van Directoraat-Generaal Goederenvervoer (het huidige DGTL), is een studie [4] uitgevoerd naar het effect van ruimteclaims in de Noordzee op de veiligheid van de scheepvaart. In deze studie is al het verkeer door de zogenaamde clearways geleid en is nagegaan wat dit betekent in termen van extra risico en economische gevolgen. Het effect is minimaal, namelijk niet meer dan een paar procent verandering. De locaties voor de windparken liggen buiten deze clearways, wat betekent dat het cumulatieve effect van de windparken op de veiligheid van de scheepvaart als gevolg van de aanwezigheid van de windparken, genoemd achter de laatste twee aandachtspunten hierboven, dus door de hogere concentratie van de scheepvaart, minimaal is. Deze effecten blijven daarom bij het afschatten van het cumulatieve effect buiten beschouwing.
Door de aanwezigheid van windparken zullen echter nieuwe ongevallen optreden, waarbij een windturbine wordt aangevaren of er een aandrijving met een windturbine plaatsvindt. Deze nieuwe ongevallen worden in het MER bepaald en zijn in de clearways studie [4] buiten beschouwing gelaten, omdat er in die studie vrije zee naast de clearways aanwezig was. De wijze waarop het cumulatieve risico genoemd onder de eerste twee aandachtspunten kan worden geschat, wordt nu geschetst.

Berekening van het risico voor een windpark van een ander initiatief
Van ieder windpark, dat meegenomen wordt in een scenario van het cumulatieve effect, worden de uiterste coördinaten gehaald van www.noordzeeloket.nl en gecontroleerd met de coördinaten genoemd in bijbehorende startnotitie. Op ieder hoekpunt, dus coördinatenpaar, wordt een windturbine van 3 MW voor de minimumvariant en een windturbine van 5 MW voor de maximumvariant geplaatst en ook een windturbine in het

midden van het gebied. De aanvaarkans en aandrijfkans wordt voor de turbines op deze posities bepaald. Uit de waarden op de hoekpunten en die van het midden wordt de gemiddelde aanvaarkans en aandrijfkans voor een turbine in de locatie geschat. De uitkomsten van deze berekeningen zijn vergeleken met de resultaten van detailberekeningen van locaties die reeds door MARIN zijn uitgevoerd. Op basis hiervan zijn correctiefactoren bepaald, die vervolgens worden toegepast om een betere schatting te verkrijgen voor de windparken die meegenomen worden bij de bepaling van het cumulatieve effect. Deze factoren zijn afhankelijk van de grootte van het windpark. Bij een groter windpark is er over het algemeen minder ruimteverlies en is er ook een grotere afscherming van de binnenste windturbines.
De uitstroom van ladingolie is bepaald door aan te nemen dat de kans op een uitstroom gegeven een aanvaring of aandrijving voor de beschouwde parken gelijk is aan dat van het onderhavige windpark.

3.7 Kruisende scheepvaart

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden cq ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windturbineparken belemmeren dit zicht. Zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven o.a. dikke echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee", (artikel 8) eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie.
In dit hoofdstuk wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdelijk actie te nemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark gebouwd (gemodelleerd) in het buitenbeeld van de full scale manoeuvreersimulator van het MARIN. In dit beeld zijn steeds twee kruisende schepen gemodelleerd. De navigator bestuurt het schip dat aan de westkant van het park van zuid naar noord vaart en een "collision avoidance manoeuvre" moet uitvoeren voor het andere schip, dat aan de noordkant van het park van oost naar west vaart (zie Figuur 3-5). De simulatorrun is zo samengesteld dat wanneer beide schepen niets zouden doen er een aanvaring zal plaatsvinden. Dit snijpunt van de kruisende koerslijnen wordt verder 'kruispunt' genoemd. De navigator heeft alle navigatiemiddelen (met uitzondering van AIS) ter beschikking. Het windpark en de verstoring van het windpark op achterliggende objecten, zijn gemodelleerd. De vraag is of de navigator in staat is om het andere kleine (om het probleem te vergroten) schip vroegtijdig te signaleren, de koers en snelheid van dit schip te bepalen en eventueel een manoeuvre in te zetten om de aanvaring te voorkomen.

Er is specifiek voor dit "worst case" scenario gekozen omdat een schip in de ontmoetingssituatie, om een aanvaring te voorkomen, in eerste instantie naar stuurboord zal uitwijken. Hier doet zich dan een probleem voor omdat het windpark zich aan deze kant bevindt. Figuur 3-3 en Figuur 3-4 zijn twee opnames van wat men kan zien vanaf de brug van het eigen schip. Het eigen schip is het schip waarvoor in de simulator het buitenbeeld wordt geprojecteerd en dat bedienbaar is. In Figuur 3-3 is nog

geen tweede schip te zien en in Figuur 3-4 is het tweede schip wel aanwezig. Het feit dat het tweede schip slecht te zien is, komt meer door de foto dan door de verstoring van de windturbines.

Voor dit scenario zijn de volgende parameters gevarieerd:

- Dag en nacht;
- Configuratie van het windpark;
- Afstand tot het windpark.

Op de simulator zijn drie windparken gemodelleerd:

1. een windpark met de windturbines op de hoekpunten van vierkanten;
2. een windpark met een versprongen opstelling;
3. een windpark zoals in de eerste optie, maar dan met een scherpe punt van 45°.

Figuur 3-3 Windpark gezien vanaf het eigen schip

Figuur 3-4 Windpark gezien vanaf het schip met een klein schip in het buitenbeeld

De runs zijn uitgevoerd voor een passageafstand van 500 meter en 1000 meter voor beide schepen. In de vele runs die uitgevoerd zijn op de simulator, kon het schip steeds tijdig gesignaleerd worden, zowel visueel als op de radar. Dit geeft echter geen garantie voor de praktijk. In de praktijk kunnen er meer schepen varen die de uitwijkmanoeuvre kunnen bemoeilijken. Op de simulator is bekend dat er een schip achter het windpark vaart, waardoor men beter oplet en eerder reageert dan in de praktijk. Verder dient wel opgemerkt te worden dat, hoewel de wettige passeerafstand 500 meter is, men in de praktijk op grotere afstand langs het windpark zal varen, juist om ervoor te zorgen dat men naar stuurboord kan uitwijken. ("Preparedness" is een belangrijke eigenschap voor goed zeemansschap). Dit zal zeker worden gedaan door moeilijk manoeuvreerbare schepen. Bovendien komt de situatie zoals hier beschreven lang niet bij ieder windpark voor. Bij veel parken zorgt de normale scheepsafwikkeling, gegeven de herkomst en bestemming, vaak voor grotere afstanden tot het windpark dan de 500 en 1000 m die in de simulatorruns zijn gebruikt. Op de specifieke aspecten voor een windpark wordt in hoofdstuk 4 ingegaan.

Met behulp van een simulatorstudie kunnen kwalitatieve uitspraken worden gedaan, maar is het onmogelijk om een bepaald risico te kwantificeren. De simulatorstudie heeft aangetoond dat de verstoring van het zicht en het radarbeeld niet zo groot is dat dit direct tot onoverkomelijke problemen zal leiden.

Als vervolg op de simulatorstudie is gezocht naar een methode om de mate van zicht en radarverstoring op een andere manier te kwantificeren. Met andere woorden, een methode waarmee in ieder geval de grootteorde van het probleem kan worden gekwantificeerd, die gebruikt kan worden om verschillende windparken onderling op doorzichtbaarheid te vergelijken. De methode is opgezet voor zichtlijnen, maar het resultaat hiervan geldt tevens voor de radar. Met de radar kan zelfs iets achter het object worden gekeken, maar een radar heeft als nadeel dat er meer verstoringen optreden. De resultaten voor ieder windpark worden gegeven door een aantal kenmerken over schaduwstukken en zichtstukken in figuren weer te geven. In dit hoofdstuk worden vier generieke configuraties van het windpark beschouwd. In hoofdstuk 4 worden voor de opstellingen van het eigen windpark dezelfde figuren gemaakt.

Het presenteren van het zicht, of eigenlijk de ondoorzichtbaarheid, is lastig. Wanneer men nog op grote afstand van het ontmoetingspunt zit, is men niet geïnteresseerd in de schepen die al vlakbij het kruispunt varen, omdat deze allang gepasseerd zijn op het tijdstip dat het eigen schip het kruispunt passeert. Evenzo is men vlakbij het kruispunt niet geïnteresseerd in schepen op grote afstand. Deze constatering is belangrijk bij het kwantificeren van de (on)doorzichtbaarheid. Dit betekent dat vooral doorzichtbaarheid is gewenst in het gebied dat zich op dezelfde afstand van het kruispunt bevindt. Natuurlijk is dit weer niet precies die afstand omdat de snelheden van beide schepen verschillen, maar over het algemeen kan worden gezegd dat dit het belangrijkste gebied is.

De berekeningen in dit generieke stuk zijn gemaakt voor vier opstellingen zoals weergegeven in Figuur 3-5, Figuur 3-6, Figuur 3-7 en Figuur 3-8, welke als representatief beschouwd kunnen worden voor een windpark met 3 MW windturbines. Het effect van de opstelling is nagegaan voor deze opstellingen waarbij de kruisende schepen op een afstand van 500 m van het windpark varen.

Niet de doorzichtbaarheid is weergegeven maar juist de ondoorzichtbaarheid is weergegeven, omdat dit beter aangeeft of een schip door het windpark heen gezien kan worden. De ondoorzichtbaarheid kan aangegeven worden in het aantal schaduwstukken van een zekere lengte. Een schip van 40 m kan altijd geheel of gedeeltelijk gezien worden wanneer de schaduwgrootte kleiner dan 40 m blijft en kan dus soms wegvallen bij grotere schaduwstukken. De schaduwstukken bewegen met het schip mee. Een schip zal daarom nooit constant in de schaduw blijven, maar het is duidelijk dat de kans om niet gezien te worden toeneemt met het aantal schaduwstukken, en groter wordt wanneer de schaduwstukken groter worden. Daarom is onderzocht hoe de frequentie van de schaduwstukken groter dan een bepaalde lengte verloopt. Voor de vier opstellingen zijn de schaduwstukken berekend, in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord) waarvan de resultaten worden getoond in Figuur 3-9 en in Figuur 3-10. Boven de plaatjes staat steeds wat wordt afgebeeld (y-as) als functie van de nog af te leggen weg van het schip tot aan het kruispunt (x-as, zie onderste plaatje). Deze figuren tonen het aantal schaduwstukken groter dan 10 m voor een bepaalde afstand x van het kruispunt voor het eigen schip op de vaarlijn van het andere schip op een even groot traject van x vanaf het kruispunt. Deze zelfde afstand x, waarvoor de schaduw bepaald wordt, is gekozen omdat de schaduwstukken op grote afstand niet meer belangrijk zijn wanneer het schip het kruispunt nadert. Wanneer de figuren doorlopen worden, dan kan voor een afstand op 4 nm van het ontmoetingspunt gezegd worden, dat het traject van het ander schip van 0 tot 4 nm voor het kruispunt:

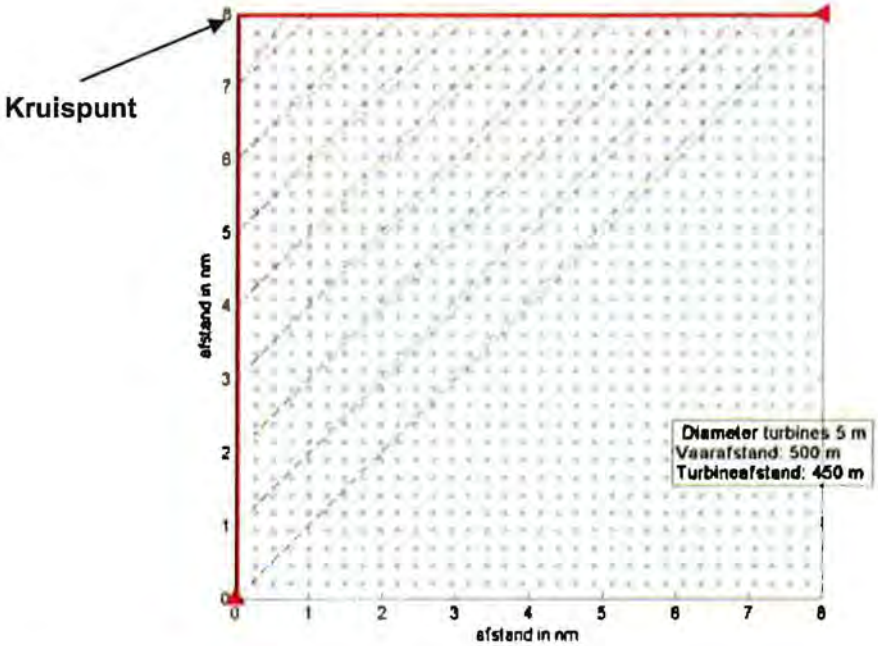
- 40 schaduwstukken groter dan 10 m bevat;
- waarvan 10 schaduwstukken groter dan 20 m;
- waarvan 5 groter dan 30 m;
- waarvan 2 groter dan 40 m;
- een enkele schaduw groter dan 50 m;
- en de maximale schaduw ongeveer 70 m bedraagt.

De schaduwgroottes zijn berekend in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord). Het springen in de grafieken wordt veroorzaakt door deze discretisatie. Er kan geconcludeerd worden dat vanaf 4 nm voor het kruispunt schaduwen groter dan 50 m praktisch niet voorkomen. Ook het aantal schaduwen groter dan 40 m en groter dan 30 m blijft beperkt. Gezien ook nog de wisselingen in de posities van de schaduwen kan geconcludeerd worden dat een oplettende uitkijk ook een klein schip op tijd kan waarnemen. Er is zeker geen sprake van een blokkade van het zicht door het windpark vanaf deze afstand.
De figuren tonen dat er geen groot verschil is in de doorzichtbaarheid van de hier beschouwde opstellingen voor de windparken.

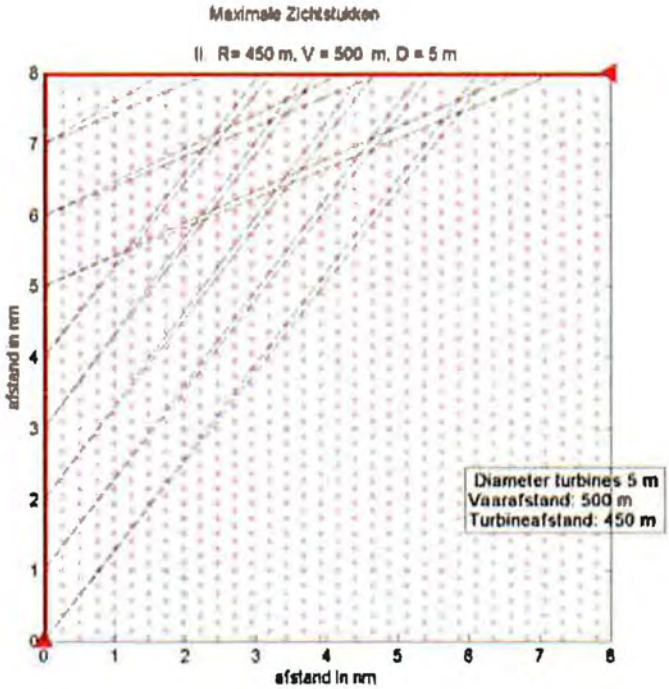
De doorzichtbaarheid verandert als de afstand tot het windpark groter wordt en ook wanneer de afstand tussen de windturbines anders wordt. Om dit te onderzoeken zijn er nog drie opstellingen met elkaar vergeleken, maar dan alleen voor de eerste opstelling met de windturbines in een vierkant. De eerste opstelling in Figuur 3-11 is gelijk aan die van Figuur 3-5. Figuur 3-12 bevat dezelfde opstelling maar dan voor een vaarafstand van 1000 m en Figuur 3-13 toont de opstelling die representatief is voor een windpark met 5 MW turbines met een afstand van 580 m en een diameter van 6 m. De plaatjes met de schaduwlengtes worden gegeven in Figuur 3-14 en Figuur 3-15. Hieruit is duidelijk te halen dat de rode lijn het beste is met de minste schaduwstukken, dus dat de vaarafstand een belangrijke factor is. De groene lijn ligt ook meestal onder de blauwe lijn, wat betekent dat een windpark met 5 MW turbines beter is dan een 3 MW park maar dat door de toegenomen diameter een deel van het voordeel wordt weggenomen. Ook leidt de toegenomen diameter tot een iets grotere maximale schaduw.

Conclusie
Uit het voorgaande kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

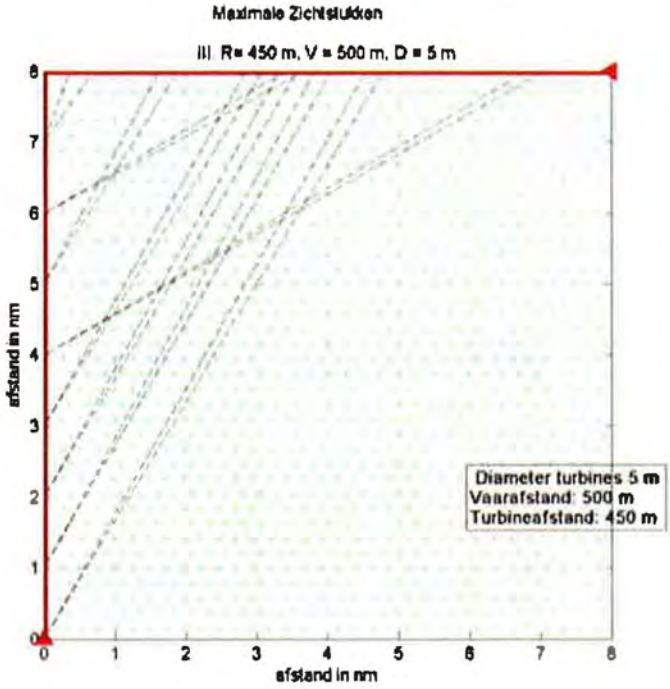
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark is niet erg gevoelig voor de opstelling van de windturbines, mits regelmatig opgesteld in rijen, de versprongen opstelling heeft wel als voordeel dat er meer turbines op dezelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst;
- De ondoorzichtbaarheid wordt bij langs varen kleiner wanneer de afstand tot het park groter wordt;
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark met 5 MW turbines is iets minder groot, maar het voordeel van de grotere afstand tussen de windturbines wordt deels tenietgedaan door de grotere diameter van de windturbine.



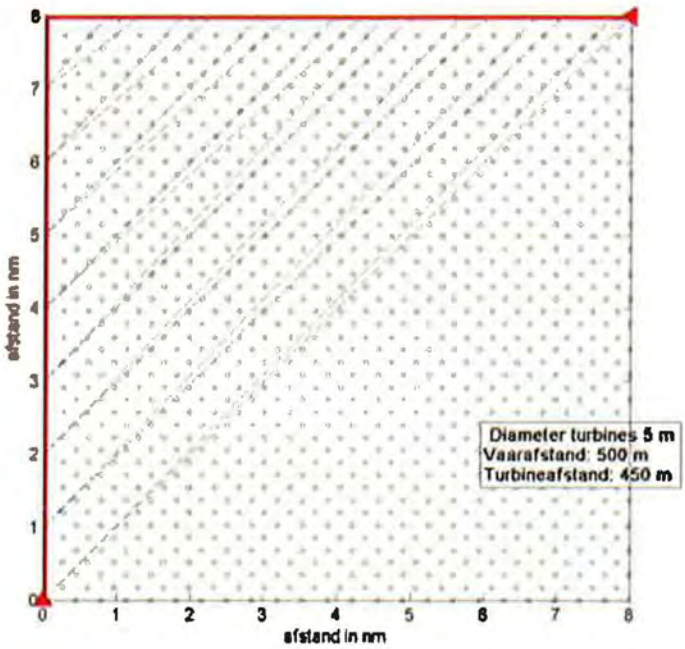
Figuur 3-5 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks (I)***



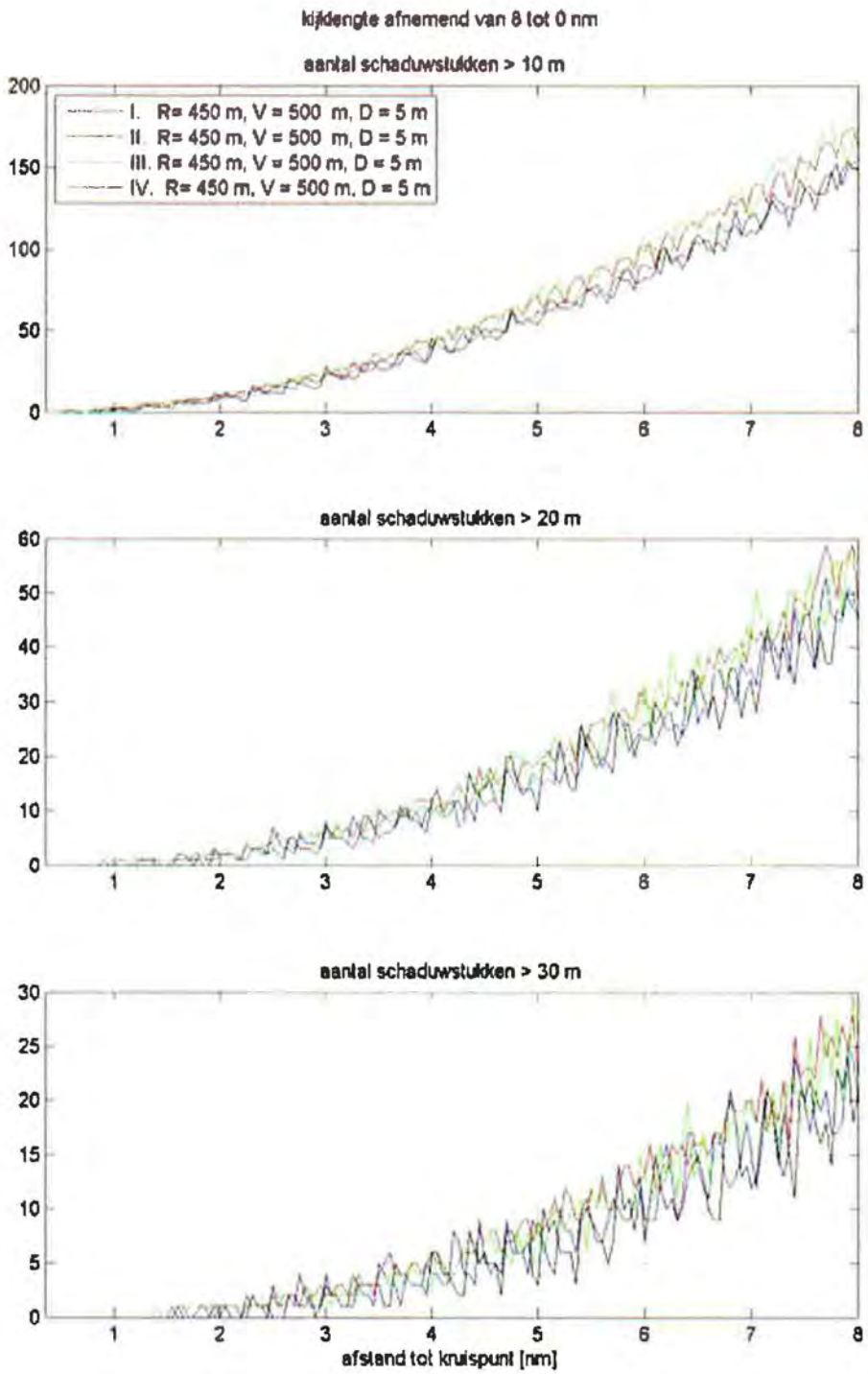
Figuur 3-6 *Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen (II)*



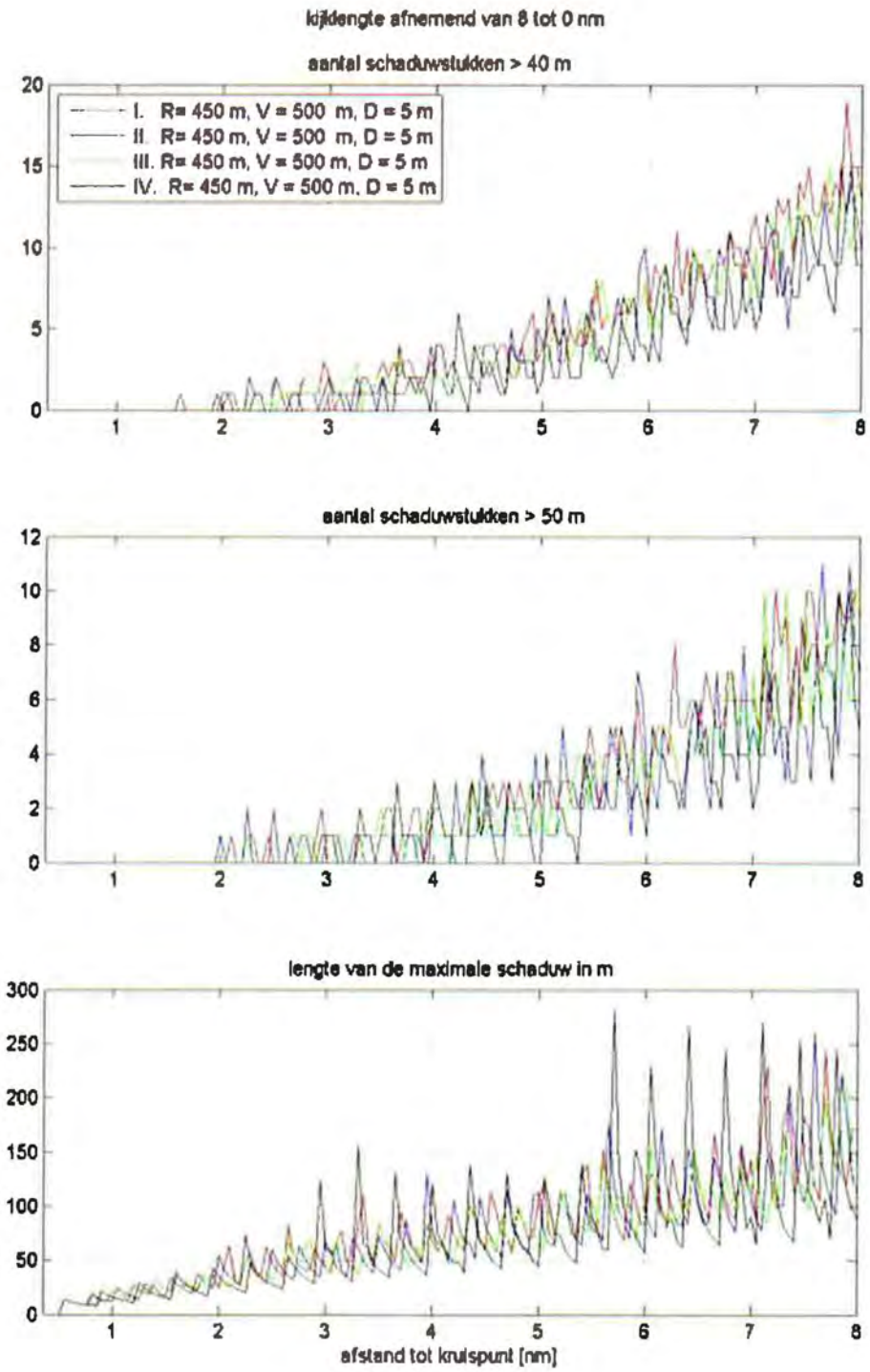
Figuur 3-7 *Opstelling versprongen maar net als II maar 90° gedraaid (III)*



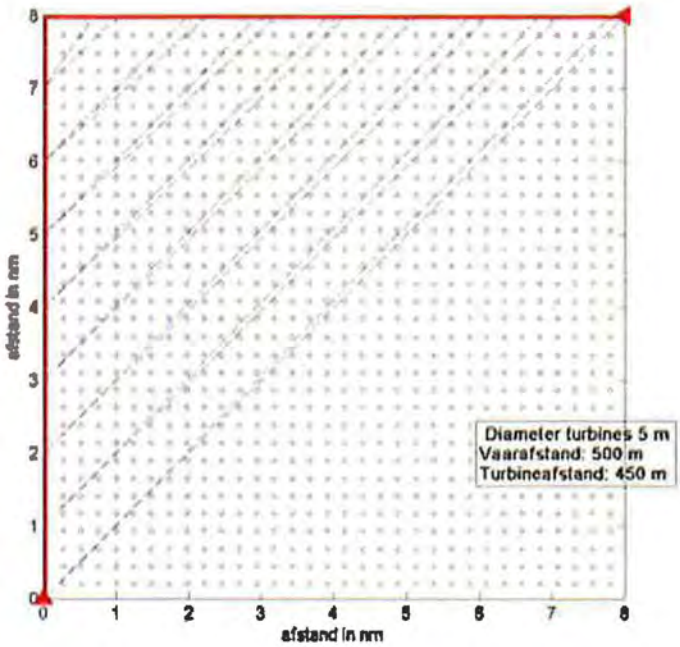
Figuur 3-8 ***Opstelling vierkant als I maar dan 45° gedraaid (IV)***



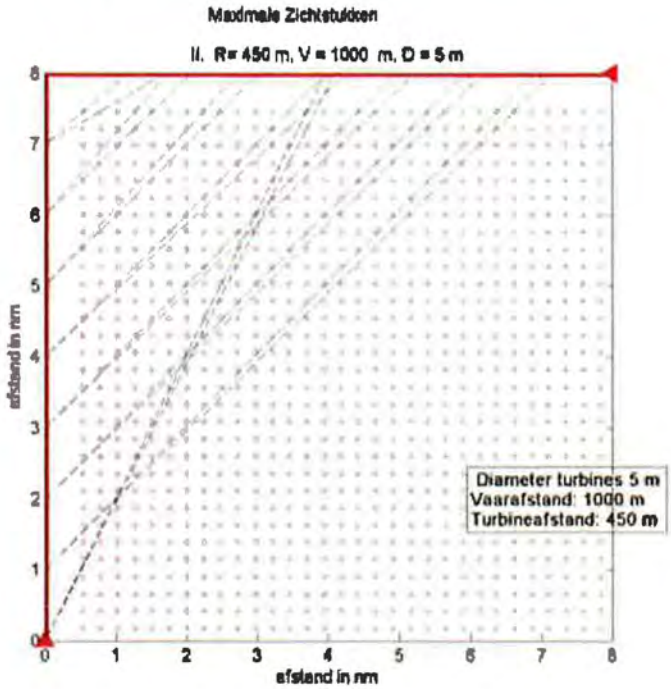
Figuur 3-9 ***Schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m***



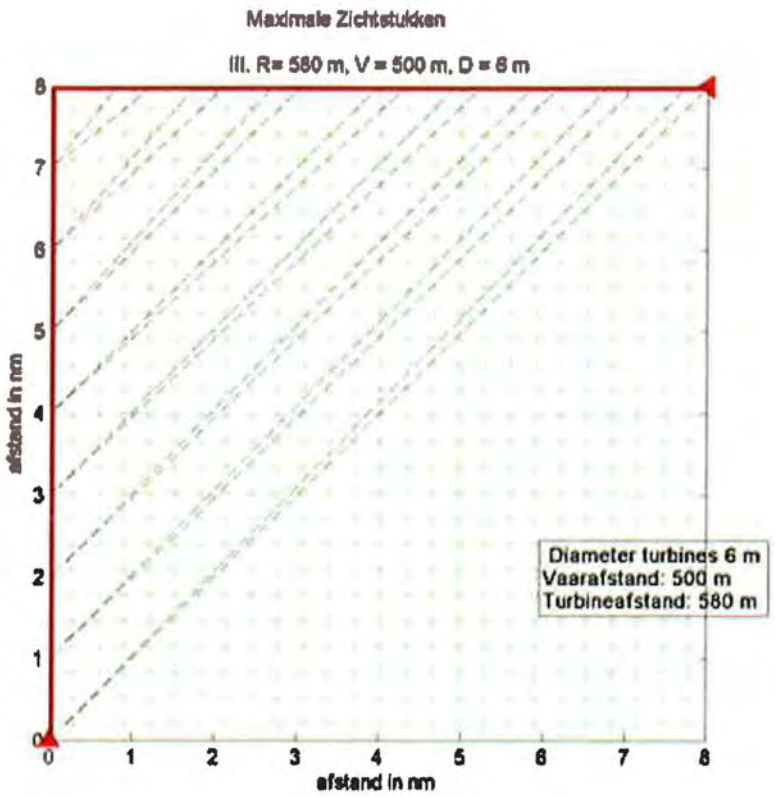
Figuur 3-10 ***Schaduw > 30 m, > 40 m en maximale lengte van een schaduwstuk***



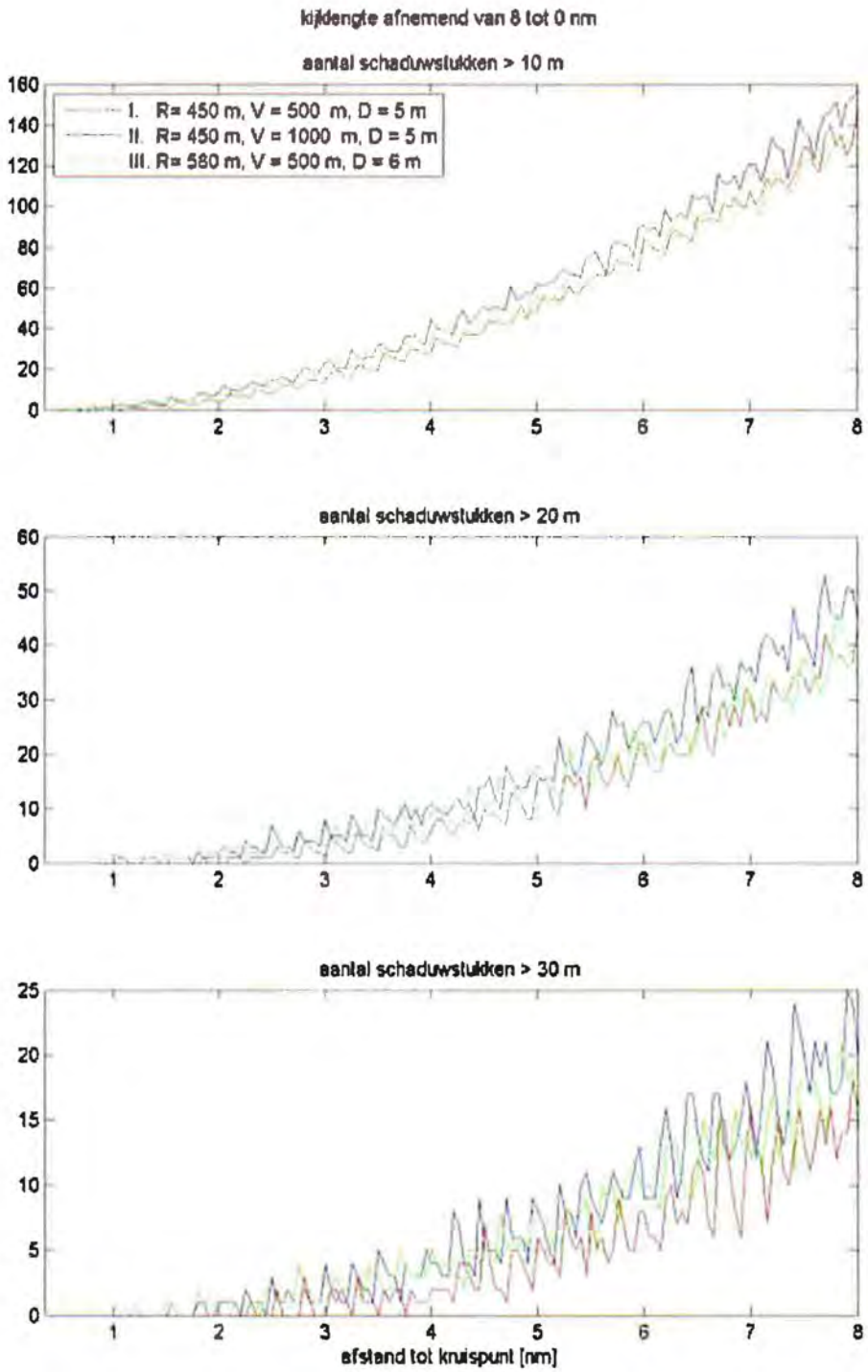
Figuur 3-11 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m***



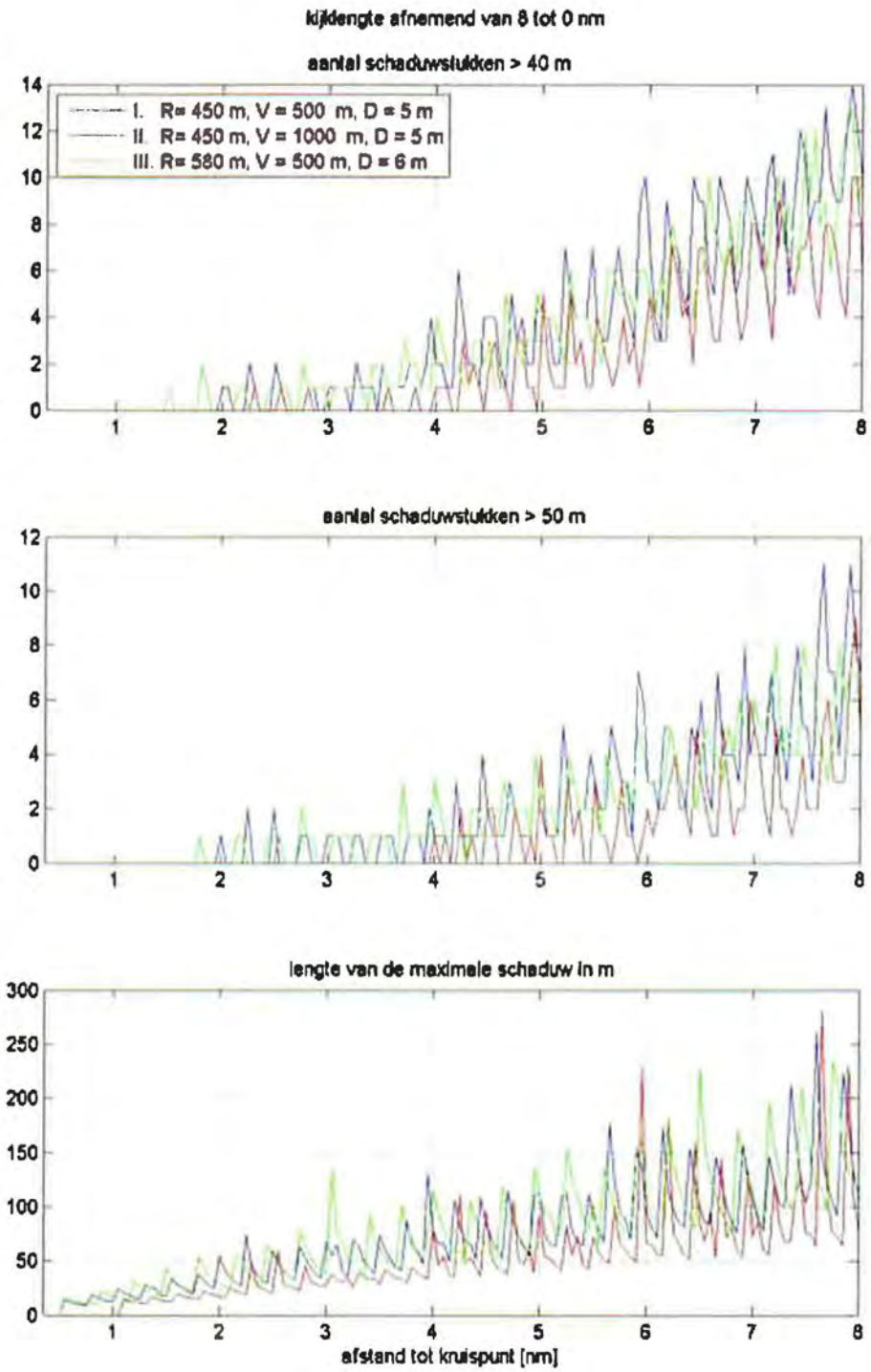
Figuur 3-12 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m***



Figuur 3-13 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m***



Figuur 3-14 ***Schaduw > 10 m, > 20 m en > 30 m lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse***

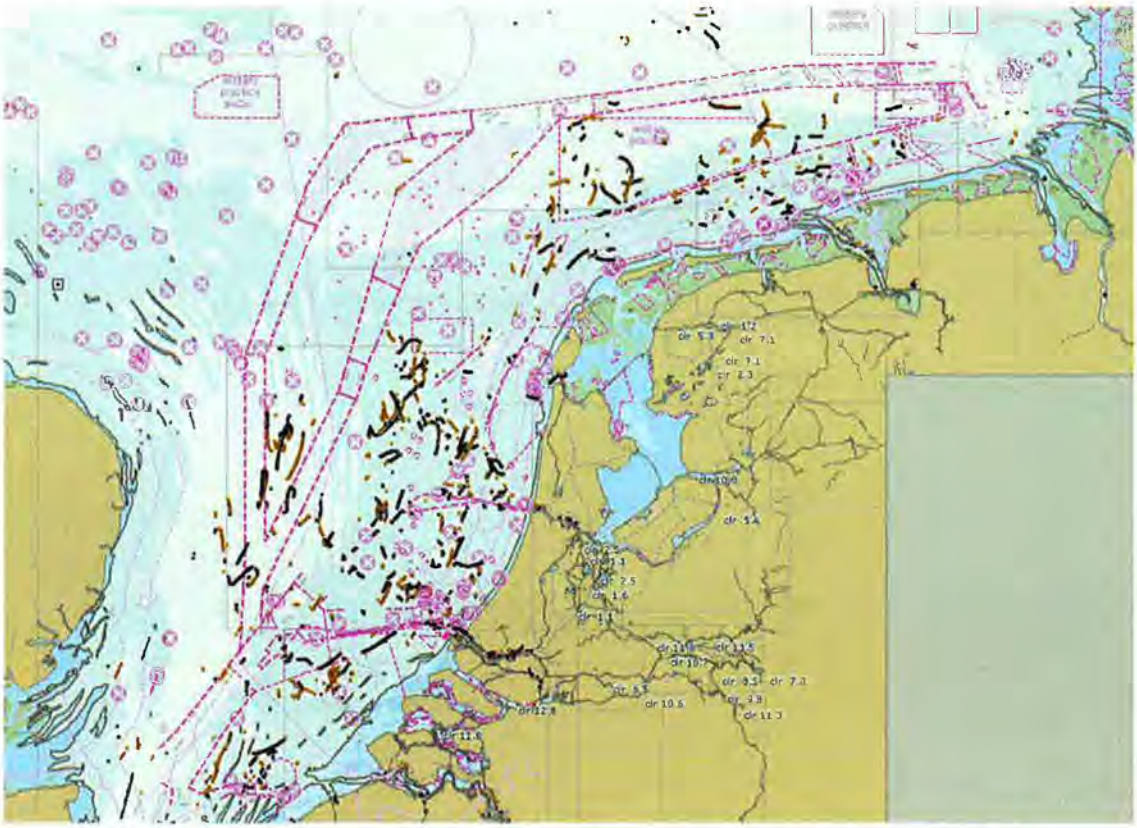


Figuur 3-15 ***Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse***

3.8 Tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen

Op dit moment voert MARIN een studie uit voor DGTL naar het aantal drifters op de Noordzee, die aan het eind van dit jaar (2006) wordt afgerond. Hierin valt een analyse van de AIS–data van de kustwacht van 1 maart 2005 – 31 december 2005. Deze dataset bevat alle vaarbewegingen van de schepen met AIS aan boord, die zijn ontvangen door de AIS-basestations langs de Nederlandse kust. Deze set dekt een strook langs de Nederlandse kust. De records zijn onderzocht op de navigatiestatus "Not under command" (verder aangeduid met NUC-records), wat wil zeggen dat ze op dat moment niet in staat zijn om de normale uitwijkregels in acht te nemen. Alle drifters zouden dat moeten uitzenden. De dataset is niet volmaakt, mede door het feit dat de navigatie status handmatig ingevoerd moet worden in de AIS-transponder, daarom zijn er een aantal filters toegepast om de waarschijnlijke drifters over te houden. In Figuur 3-16 zijn de waarschijnlijke drifters geplot. De zwarte lijnen geven een koers over de grond tussen 0° en 180° aan en de bruine lijnen een koers groter dan 180°.

De data van 10 maanden is ook geanalyseerd om na te gaan of er een verhoogde kans is op een drifter nabij de haven en wat de orde van grootte van deze extra kans is. In dit rapport wordt niet in detail op deze analyse ingegaan maar worden de resultaten van de analyse voor wat betreft de onmanoeuvreerbare schepen nabij havens gepresenteerd.



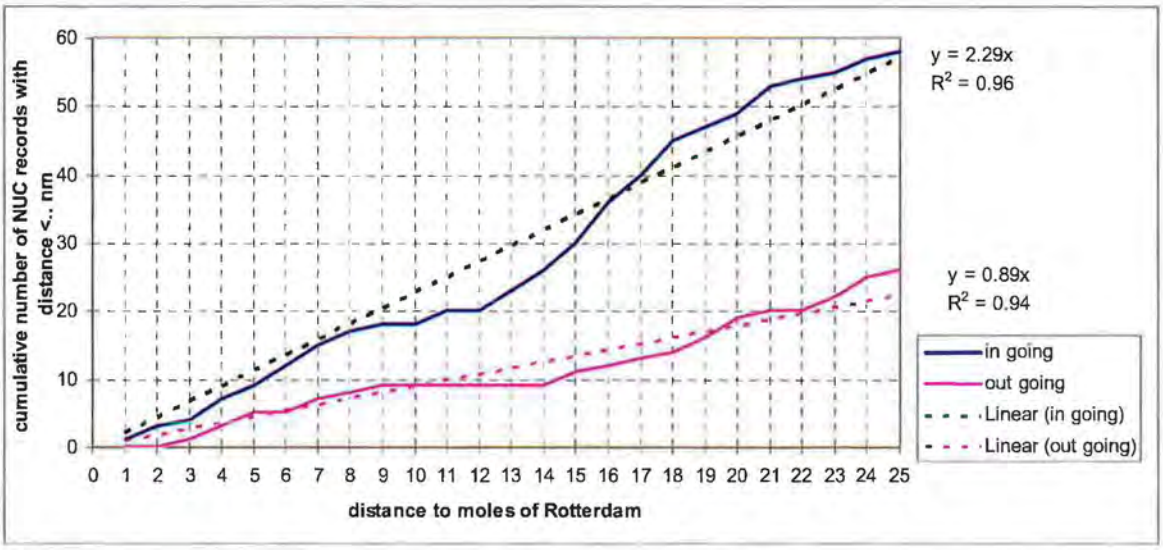
Figuur 3-16 ***NUC-records met snelheid over de grond < 6 knopen en drifthoek > 30° (maart -december 2005)***

Figuur 3-16 laat zien dat bij het inkomende verkeer door Maas West meer storingen voorkomen dan bij het uitgaande verkeer door Maas West. Dit wordt onder andere veroorzaakt door het overgaan van zeebedrijf naar havenbedrijf, waarbij de kans op een storing groter is, maar ook door het vaart verminderen voor het oppakken van de loods. Om dit verschil te kwantificeren is voor alle NUC-records op zee de afstand tot de

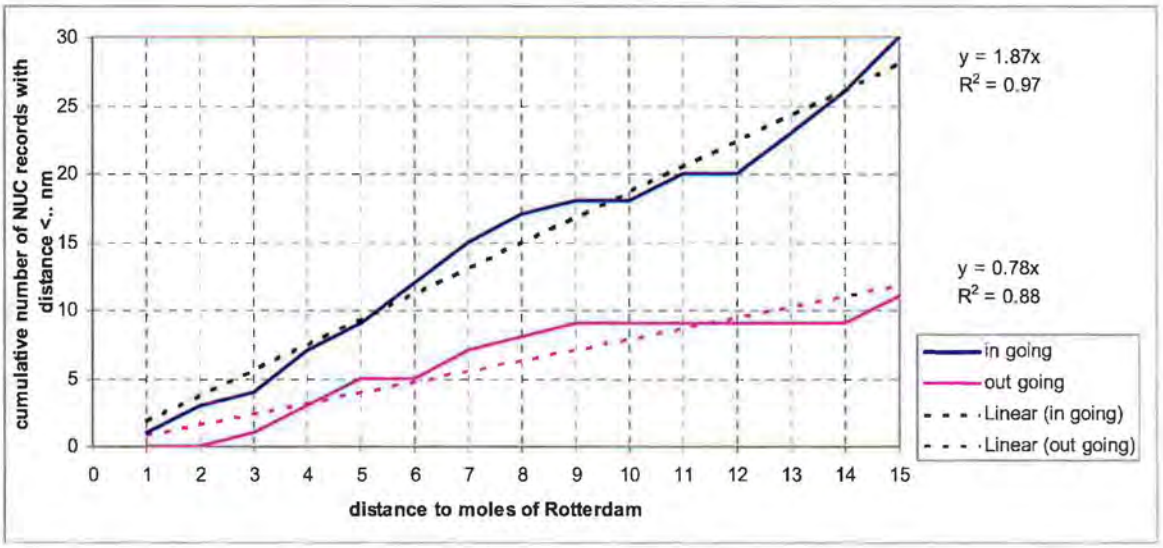
havenmond bepaald. Gerekend is met de kortste afstand, dus niet helemaal gelijk aan de vaarafstand, maar dat heeft geen effect op de resultaten van deze analyse. Vervolgens is een tabel gemaakt met het aantal NUC-records per mijl. Hierbij is een splitsing gemaakt tussen de inkomende schepen (bestemming Rotterdam, Moerdijk etc.) en de uitgaande schepen. De schepen zonder bestemming zijn niet behandeld. De resultaten worden getoond in Figuur 3-17. Uit de figuur blijkt dat het aantal NUC-records inkomend, groter is dan uitgaand, wat de grotere kans op een storing bij inkomende schepen bevestigt. Figuur 3-17 dient als volgt gelezen te worden. Er zijn 30 inkomende schepen die NUC-records hebben verzonden binnen een afstand van 15 mijl tot de havenmond van Rotterdam. Voor uitgaande schepen bedraagt dit aantal 11. Voor de grotere afstanden tot Rotterdam neemt het aantal voor uitgaande schepen relatief meer toe. De reden is dat deze schepen niet allemaal uit Rotterdam zijn vertrokken, maar bijvoorbeeld uit Hamburg met bestemming Antwerpen. Alleen voor schepen met een afstand kleiner dan 15 zeemijl van de havenmond van Rotterdam en bestemming buiten Rotterdam kan worden aangenomen dat ze uit Rotterdam vertrokken zijn. Om deze reden is Figuur 3-18 toegevoegd, waarbij de afstand en de regressielijnen zijn bepaald voor het traject tot 15 mijl voor Rotterdam. Op dit traject is de kans op een NUC 1.87/0.78= 2.4 keer zo groot.

Voor de berekeningen in hoofdstuk 4 wordt met deze factor van 2.4 gewerkt om het extra risico voor tijdelijk niet manoeuvreerbare schepen te kwantificeren. Hierbij wordt dan aangenomen dat bij deze schepen dezelfde storingsduur optreedt als gemiddeld op de Noordzee, wat vermoedelijk een overschatting van het probleem is omdat de storingen elders op zee eerder het gevolg zijn van een defecte machine en dus waarschijnlijk langer duren dan de storingen door het overgaan van zeestatus naar havenstatus.

Voor het kwantificeren van de extra aandrijfkans voor een windpark is een extra verkeersdatabase aangemaakt die alleen de ingaande links naar een haven bevatten. Er is verondersteld dat de extra storingskans optreedt op een traject van 10 zeemijl, voordat het loodsstation wordt bereikt vanuit alle richtingen voor de bestemmingen in de Rijnmond, IJmond, Den Helder, Harlingen en de Eemsmond.



Figuur 3-17 ***Aantal storingen op traject tot havenmond***



Figuur 3-18 ***Aantal storingen op traject tot havenmond***

4 RESULTATEN

De resultaten van de berekeningen voor de zes varianten worden gegeven in verschillende tabellen in de Appendix.

Voor iedere inrichtingsvariant is eenzelfde set tabellen gegeven. In de tekst in dit hoofdstuk wordt alleen verwezen naar de tabellen voor de eerste inrichtingsvariant. Iedere variant begint met een figuur met de lay-out van het windpark en de nummering van de windturbines. De routegebonden schepen worden in de tabellen verkort weergegeven met "R-schepen" en de niet-routegebonden schepen worden aangeduid met "N-schepen".

4.1 Locatie en inrichtingsvarianten

Voor Tromp Binnen is het effect op de scheepvaart voor zes inrichtingsvarianten onderzocht. De varianten verschillen wat betreft type windturbine (3.6 MW of 5 MW), layout (ruime of compacte opstelling) en fundatie (monopile, gravity based of jacket). De onderzochte combinaties hiervan staan weergegeven in Tabel 4-1.

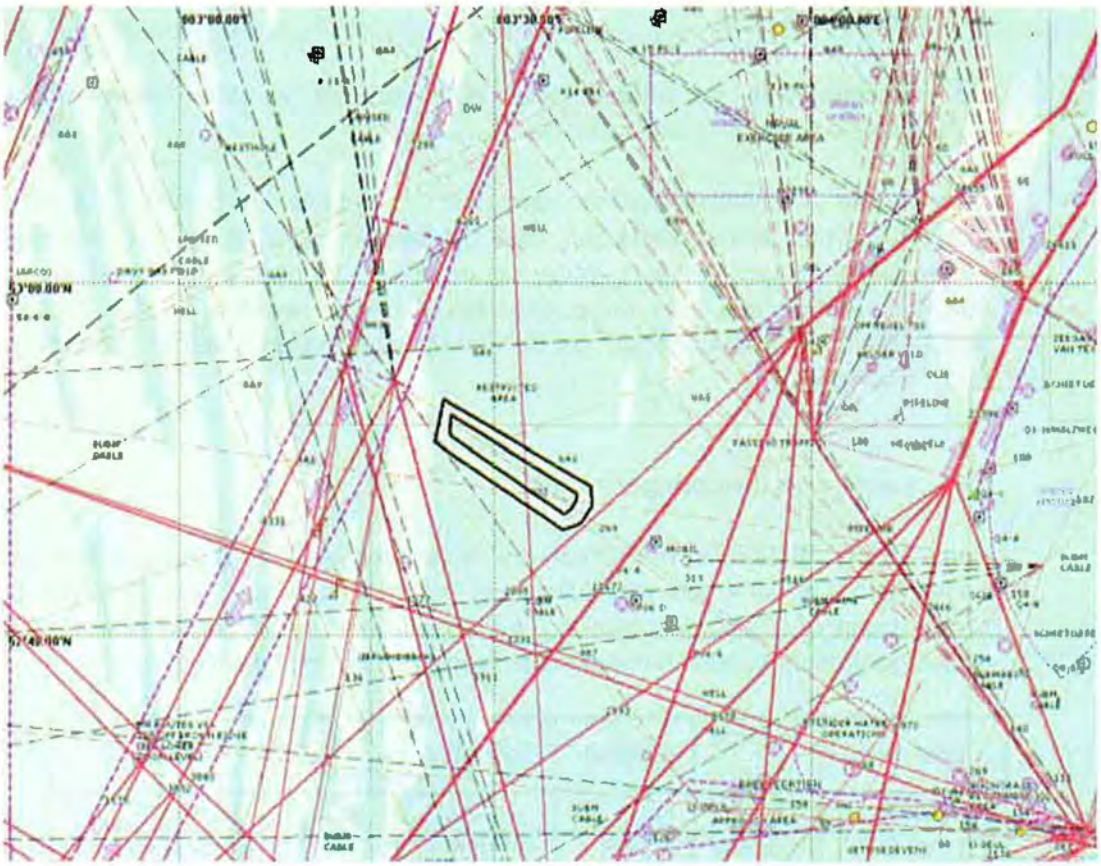
Variant	Turbine type	Layout	Opstelling	Aantal turbines	Fundatie
TB_varA	3.6 MW	A	ruim	56	monopile
TB_varB	3.6 MW	B	compact	89	monopile
TB_varC_G	5 MW	C	ruim	48	gravity based
TB_varC_J	5 MW	C	ruim	48	jacket
TB_varD_G	5 MW	D	compact	59	gravity based
TB_varD_J	5 MW	D	compact	59	jacket

Tabel 4-1 Overzicht van de onderzochte varianten voor Tromp Binnen

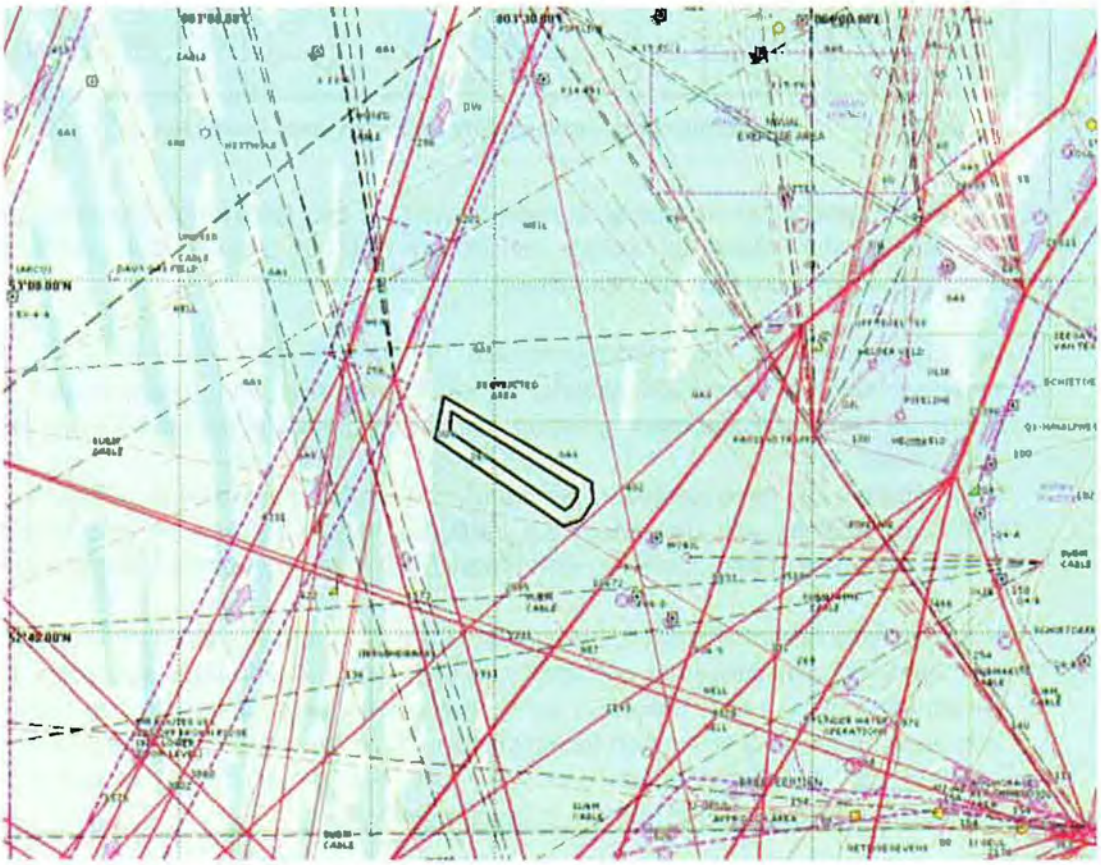
Bij Iedere variant zijn verder twee meetmasten en een transformatorstation aanwezig. De meetmasten staan bij iedere variant op dezelfde positie. De positie van het transformatorstation verschilt per variant.

In Figuur 4-1 is de windparklocatie Tromp Binnen weergegeven met de verkeersdatabase voor 2004, waarbij de locatie nog niet vrijgemaakt is. In Figuur 4-2 wordt de verkeersdatabases getoond waarbij de windparklocatie Tromp Binnen is vrijgemaakt.
In de figuren zijn twee gebieden getekend. Het binnenste gebied is getrokken over de buitenste turbines van de variant TB_varB, de variant met de meeste turbines. Het buitenste gebied is een gebied op een afstand van 1 zeemijl van de buitenste turbines.

Voor het Near Shore Windpark (het huidige OWEZ) is onderzoek uitgevoerd [3] naar de gevolgen van een aanvaring of aandrijving van een monopile door een schip. Hieruit is de schade-gevolg tabel Tabel 3-1 samengesteld die wordt toegepast om de gevolgen van de schadevaring te kunnen kwantificeren. Deze tabel wordt ook toegepast voor het bepalen van de gevolgen van een schip met een gravity based of jacket fundatie, hoewel de schadepatronen hiervan zullen afwijken.



Figuur 4-1 ***Verkeersbeeld bij windparklocatie Tromp Binnen in de huidige situatie***



Figuur 4-2 ***De windparklocatie Tromp Binnen vrijgemaakt van scheepvaartverkeer***

4.2 Aanvaar/aandrijf frequenties

Door de aanwezigheid van het windpark is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. Voor deze berekeningen is de verkeersdatabase gebruikt voor 2004 waarbij de windparklocatie is vrijgemaakt van verkeer (zie Figuur 4-2). De resultaten van deze berekening worden gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.
Bij het bepalen van de frequenties is rekening gehouden met de extra aandrijfkans (door routegebonden schepen) als gevolg van de verhoogde storingskans nabij de aanloop van een haven (zie 3.8). Door de ligging van het windpark Tromp Binnen is het effect hiervan relatief klein. Het totaal aantal aandrijvingen per jaar door routegebonden schepen neemt door de extra storingskans nabij de aanloop van een haven slechts met 0.5% toe.

In Tabel A1-1 van Appendix A staan voor de eerste variant de aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine. Voor de overige vijf varianten staan deze frequenties in Tabel A2-1 tot en met Tabel A6-1 (voor het gemak zal in het vervolg alleen worden verwezen worden naar het tabel nummer van de eerste variant). In Tabel A1-2 in Appendix A staat het totaal verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor het gehele windpark.
Uit Tabel A1-1 tot en met Tabel A6-1 volgt dat de windturbines in de hoeken van het park de hoogste aanvaarkans hebben. Het gaat hierbij vooral om de meest westelijke hoek (bijvoorbeeld turbines 39, 20, 40 en de westelijke meetmast in variant TB_varA, zie Figuur A1-1) en de zuidelijke hoek (turbines 56, 38 en 55 in variant TB_varA). Verder hebben de turbines aan de zuidelijke rand een verhoogde aanvaarkans vanwege de verkeersroute die er langs loopt. De turbines bij het transformatorstation (turbines 28 en 29 in variant TB_varA) hebben de laagste aanvaarkans. Het transformatorstation heeft door zijn grotere afmetingen een wat grotere aanvaarkans.

In plaats van een enkel transformatorstation centraal in het park, kunnen ook twee transformatorstations geplaatst worden op een derde en twee derde deel van het park. Omdat het enkele transformatorstation centraal in het park op de meest gunstige positie staat, levert het gebruik van twee stations een extra risico op in de vorm van een hogere aanvaar/aandrijffrequentie. Deze verhoogde frequentie is te schatten uit Tabel A1-1 tot en met Tabel A6-1, door naar de omliggende turbines te kijken.
Voor variant TB_varA ligt het transformatorstation tussen turbines 28 en 29. Het transformatorstation heeft hier een aanvaar/aandrijfkans die 1.4 maal zo groot is als voor de turbines (0.000441 om 0.000315). De twee transformatorstations zouden bijvoorbeeld tussen turbines 25 en 26 en tussen 32 en 33 geplaatst kunnen worden. Turbines 25 en 26 hebben een gemiddelde aanvaar/aandrijfkans van 0.0003295, dus een transformatorstation zou op die positie een kans van 1.4 x 0.0003295 = 0.000461 hebben. Bij plaatsing tussen turbines 32 en 33 wordt de aanvaar/aandrijfkans gelijk aan 1.4 x (0.000327 + 0.000331)/2 = 0.000461. Per saldo levert het gebruik van twee transformatorstations hierdoor dus een extra aandrijf/aanvaarkans van 2 x 0.000461 – 0.000441 = 0.000481, oftewel een stijging van 1.71% van het totaal voor variant TB_varA in Tabel 4-2.
Voor variant TB_varB, met vier in plaats van drie rijen, kan gekeken worden naar het gemiddelde van vier omliggende turbines, bijvoorbeeld turbines 34, 35, 56 en 57 voor het enkele transformatorstation. Dit levert een factor 0.000497/0.000331=1.5. Bij plaatsing van de twee stations tussen turbines 30, 31, 52 en 53 en tussen 38, 39, 60 en 61 worden de aanvaar/aandrijfkansen van de stations 0.000526 en 0.000516. Per saldo

levert dit voor variant TB_varB een extra aanvaar/aandrijfkans van 0.001042-0.000497 = 0.000545, oftewel een stijging van 1.28%.

Tabel 4-2 bevat de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines (en het high voltage station) in het windpark Tromp Binnen. Uit deze tabel blijkt dat het risico grotendeels wordt bepaald door het aantal turbines. De varianten met een hoger aantal turbines hebben een hogere aanvaar/aandrijffrequentie. Daarnaast blijkt dat deze frequentie ook sterk verhoogd wordt bij het gebruik van de jacket fundatie in plaats van de gravity based fundatie bij varianten C en D.

In Tabel 4-3 wordt de aanvaar/aandrijfkans gegeven per verwachte energieopbrengst in MWh voor iedere variant. Deze getallen moeten dus geminimaliseerd worden om het risico per energieopbrengst te minimaliseren.

Ten slotte worden in Tabel 4-4 de aanvaar/aandrijffrequenties per km^2 gegeven. De oppervlakte is bepaald door een omhullende door de uiterste windturbines. Deze oppervlakte is afhankelijk van de gekozen inrichting.

Inrichtingsvariant **Tromp Binnen**	Opper -vlakte [km^2]	Energie opbrengst [GWh/jaar]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	34.48	701	56	0.004593	0.00584	0.015969	0.001700	0.028102
TB_varB	35.00	1078	89	0.006834	0.008326	0.024886	0.002632	0.042678
TB_varC_G	34.68	851	48	0.004110	0.005386	0.013915	0.001507	0.024918
TB_varC_J	34.68	851	48	0.005399	0.012099	0.014360	0.001834	0.033692
TB_varD_G	34.74	1032	59	0.004931	0.006521	0.016897	0.001832	0.030181
TB_varD_J	34.74	1032	59	0.006508	0.014795	0.017444	0.002237	0.040984

Tabel 4-2 ***Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief High Voltage Station)***

Inrichtingsvariant **Tromp Binnen**	Opper -vlakte [km^2]	Energie opbrengst [GWh/jaar]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per MWh		Totaal per MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	34.48	701	56	6.55E-09	8.33E-09	2.28E-08	2.43E-09	4.01E-08
TB_varB	35.00	1078	89	6.34E-09	7.72E-09	2.31E-08	2.44E-09	3.96E-08
TB_varC_G	34.68	851	48	4.83E-09	6.33E-09	1.64E-08	1.77E-09	2.93E-08
TB_varC_J	34.68	851	48	6.34E-09	1.42E-08	1.69E-08	2.16E-09	3.96E-08
TB_varD_G	34.74	1032	59	4.78E-09	6.32E-09	1.64E-08	1.78E-09	2.92E-08
TB_varD_J	34.74	1032	59	6.31E-09	1.43E-08	1.69E-08	2.17E-09	3.97E-08

Tabel 4-3 ***Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief High Voltage Station)***

Inrichtingsvariant **Tromp Binnen**	Opper -vlakte [km^2]	Energie opbrengst [MWh/jaar]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / km^2		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / km^2		Totaal per jaar / km^2
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	34.48	701	56	0.000133	0.000169	0.000463	0.000049	0.000815
TB_varB	35.00	1078	89	0.000195	0.000238	0.000711	0.000075	0.001219
TB_varC_G	34.68	851	48	0.000119	0.000155	0.000401	0.000043	0.000719
TB_varC_J	34.68	851	48	0.000156	0.000349	0.000414	0.000053	0.000972
TB_varD_G	34.74	1032	59	0.000142	0.000188	0.000486	0.000053	0.000869
TB_varD_J	34.74	1032	59	0.000187	0.000426	0.000502	0.000064	0.001180

Tabel 4-4 ***Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km^2 voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief High Voltage Station)***

4.3 Gevolgschade

4.3.1 Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip worden drie types onderscheiden; schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. De frequentie van ieder type schade aan het schip is voor de eerste variant gegeven in Tabel A1-3 in de Appendix. De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen.
De onderlinge vergelijking vindt plaats in 4.3.3 bij de behandeling van de bunker en olie-uitstroom.

4.3.2 Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines worden vier typen onderscheiden: geen schade, de turbine kan scheef gaan staan, de turbine kan omvallen, de gondel en mast kunnen op het schip vallen. De frequentie van deze verschillende types voor het gehele windpark gesommeerd is voor de eerste variant gegeven in Tabel A1-4 in de Appendix.

Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie bepaald worden op het moment van 'impact'. De verdeling van de aanvaar/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergie-niveaus is gegeven in Tabel A1-5. Uit deze tabel volgt dat bij variant TB_varA ongeveer 63% van de contacten met turbines door driften wordt veroorzaakt, en 37% door rammen. Verder blijkt dat het voor ongeveer 73% routegebonden schepen betreft.
Figuur A1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties. De grafiek moet als volgt worden afgelezen: elk punt op een lijn geeft de frequentie per jaar (x-as) dat de kinetische energie hoger zal zijn dan een bepaalde waarde (y-as).

4.3.3 Milieuschade

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er worden twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie. In Tabel A1-6 wordt voor de eerste variant de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende uitstroomvolume klassen. In Tabel A1-7 wordt de frequentie van uitstroom van ladingolie gegeven. In Tabel A1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per variant is gegeven in Tabel 4-5. Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald, bijvoorbeeld 1/(0.000833+0.000596) ≈ 700 jaar voor variant TB_varA.
De gemiddelde uitstroom van 2.75 m^3 ladingolie voor deze variant in Tabel 4-5 dient alleen als vergelijking. Een gemiddelde van 2.75 m^3 ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 2750 m^3 eens in de 1000 jaar. In de Appendix is daarom in Tabel A1-6 en Tabel A1-7 de verdeling van het uitstroomvolume over verschillende volumeklassen gegeven.

Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor de gehele Exclusieve Economische Zone (EEZ) toegevoegd (uit [5]). In Tabel 4-6 zijn de waarden van Tabel 4-5 als percentage van het totaal in de EEZ gegeven. Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.28% (=(0.000833+0.000596) / (0.353402+0.148723) x 100%) voor variant TB_varA. Voor variant TB_varB is deze toename 0.44%.

In Tabel 4-7 zijn de uitstroomfrequenties gegeven per MWh. De kans op een uitstroom omgerekend naar de frequentie per km^2 wordt gegeven in Tabel 4-8.

Variant **Tromp Binnen**	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
TB_varA	0.000833	1201	0.463	0.000596	1679	2.754	700
TB_varB	0.001299	770	0.721	0.000925	1081	4.280	450
TB_varC_G	0.000726	1377	0.403	0.000516	1937	2.386	805
TB_varC_J	0.000749	1334	0.406	0.000525	1906	2.417	785
TB_varD_G	0.000882	1134	0.489	0.000629	1590	2.907	662
TB_varD_J	0.000910	1099	0.494	0.000639	1564	2.946	645
EEZ	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2

Tabel 4-5 Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Variant **Tromp Binnen**	Bunkerolie		Ladingolie	
	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
TB_varA	0.24%	0.68%	0.40%	0.18%
TB_varB	0.37%	1.06%	0.62%	0.29%
TB_varC_G	0.21%	0.59%	0.35%	0.16%
TB_varC_J	0.21%	0.60%	0.35%	0.16%
TB_varD_G	0.25%	0.72%	0.42%	0.19%
TB_varD_J	0.26%	0.73%	0.43%	0.20%
EEZ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabel 4-6 Uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ

Variant **Tromp Binnen**	Energie-opbrengst [GWh/jaar]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom (m^3/MWh)	Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom (m^3/MWh)
TB_varA	701	1.19E-09	6.60E-07	8.50E-10	3.93E-06
TB_varB	1078	1.20E-09	6.69E-07	8.58E-10	3.97E-06
TB_varC_G	851	8.54E-10	4.73E-07	6.07E-10	2.80E-06
TB_varC_J	851	8.81E-10	4.77E-07	6.17E-10	2.84E-06
TB_varD_G	1032	8.54E-10	4.74E-07	6.09E-10	2.82E-06
TB_varD_J	1032	8.82E-10	4.78E-07	6.19E-10	2.85E-06

Tabel 4-7 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh

Variant **Tromp Binnen**	Oppervlakte [km^2]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per km^2	Gemiddelde uitstroom per jaar (m^3/km^2)	Frequentie per km^2	Gemiddelde uitstroom per jaar (m^3/km^2)
TB_varA	34.48	0.000024	0.013419	0.000017	0.079862
TB_varB	35.00	0.000037	0.020606	0.000026	0.122277
TB_varC_G	34.68	0.000021	0.011606	0.000015	0.068799
TB_varC_J	34.68	0.000022	0.011715	0.000015	0.069699
TB_varD_G	34.74	0.000025	0.014076	0.000018	0.083683
TB_varD_J	34.74	0.000026	0.014210	0.000018	0.084795

Tabel 4-8 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km^2

De uitstroom vertoont hetzelfde beeld als het aanvaar/aandrijfrisico. Per MWh is de milieuschade bij 5 MW turbines kleiner dan bij de 3.6 MW variant. Het gebruik van de 5 MW turbines is dan ook veel gunstiger en wordt nog gunstiger wanneer naar het economisch gebruik van de oppervlakte wordt gekeken.

Naast de uitstroom van olie veroorzaakt ook de uitstroom van chemicaliën schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu, de mate waarin een bepaalde stof schadelijk is wordt aangeduid met ecologisch risico. In Tabel A1-9 worden de frequenties gegeven van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine voor verschillend ecologisch risico. Bij vergelijking van de varianten geeft de uitstroom van chemicaliën hetzelfde beeld als de uitstroom van olie.

4.3.4 Persoonlijk letstel

Persoonlijk letstel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip vallen. In Tabel A1-10 is voor variant TB_varA een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een chemicaliën tanker, een ferry of een gastanker de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt. Voor de frequenties wordt verwezen naar de detailtabellen in Appendix A.

Beoordeling van het risico

Er bestaan geen echte normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van de externe veiligheid is aansluiting gezocht bij de risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen, zoals beschreven in [6].

Voor een windpark liggen alle contouren voor het individuele risico op het water zodat altijd aan de (eventuele) norm voor het individueel risico wordt voldaan.

In [6] is een oriënterende waarde voor het groepsrisico gegeven van 10^{-4} per jaar per kilometer route (vaarweg) voor een ramp met minstens 10 slachtoffers. Het is overigens de vraag of deze norm toegepast mag worden, want het gaat hier om slachtoffers van de vervoerders (die het ongeval veroorzaken) en niet om slachtoffers in de directe omgeving van de route. Toch is deze oriënterende waarde gebruikt voor het beoordelen van het groepsrisico. Bij de inrichtingsvariant TB_varA is de kans op meer dan 10 doden gelijk aan 1/7284 per jaar (zie Tabel A1-10). Het windpark heeft een lengte van ongeveer 16.3 km, dus per km vaarweg is de kans van 8.42×10^{-6}. Gezien de 'worst case' benaderingen mag geconcludeerd worden dat het overlijdensrisico geen echte rol speelt bij de keuze van de inrichtingsvariant.

Bij het gebruik van 5 MW turbines is het gemiddelde aantal doden per incident waarbij een dodelijk slachtoffer valt wel iets groter, namelijk ongeveer 4.2 tegen 3.5 voor de 3.6 MW turbines. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de 5 MW turbine groter is en dus een groter oppervlakte beslaat wanneer de turbine op het dek valt.

4.4 Effecten voor de scheepvaart

Tabel 4-9 geeft het effect van het windpark op de scheepvaartongevallen buiten het windpark, door de verandering van de vaarroutes. De tabel toont dat het effect verwaarloosbaar is. De grootste verandering treedt op bij het rammen en driften tegen een platform. Deze toename wordt veroorzaakt doordat het verkeer dat de route veranderen moet dichter langs de nabij het windpark gelegen platforms zal gaat varen (zie Figuur 4-1 en Figuur 4-2). De procentuele verandering is klein. Verder is er een zeer kleine toename van het aantal zeemijlen vooral door het verkeer dat het windpark in de noord-zuidrichting passeert.

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele EEZ na aanpassing van het verkeer bij Tromp Binnen	Effect windpark t.o.v. autonome situatie	Relatieve effect van het windpark t.o.v. autonome situatie.
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's	aantal	1.257	0.0000	0.00%
Chemicaliën tankers	aantal	18.966	0.0000	0.00%
Olietankers	aantal	9.000	0.0000	0.00%
Gas tankers	aantal	5.791	0.0000	0.00%
Bulkers	aantal	26.833	-0.0010	0.00%
Unitised	aantal	84.007	0.0000	0.00%
General Dry Cargo	aantal	6.450	0.0000	0.00%
Passenger schepen + conv. ferries	aantal	1.088	0.0000	0.00%
High Speed Ferries	aantal	0.273	0.0000	0.00%
Overig	aantal	5.201	0.0000	0.00%
Totaal routegebonden	aantal	158.866	-0.0010	0.00%
Totaal niet routebonden	aantal	194.149	0.0000	0.00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	10.971	-0.0060	-0.05%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6.277	0.0000	0.00%
Stranding als gevolg van motor storing	aantal/jaar	1.434	0.0002	0.01%
Rammen van platform na navigatiefout	aantal/jaar	0.269	0.0002	0.06%
Driften tegen platform na motorstoring	aantal/jaar	0.048	0.0001	0.16%
Zinken	aantal/jaar	1.432	0.0000	0.00%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Brand/Explosie	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Totaal	aantal/jaar	20.433	-0.0056	-0.03%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / year	1123.771	0.0604	0.01%

Tabel 4-9 ***Scoretabel voor de effecten van het windpark Tromp Binnen voor de scheepvaart.***

4.5 Het effect van het werkverkeer op het risico

De aanlegfase van een windpark duurt twee jaren. In de periode van maart tot oktober varen dan dagelijks enkele schepen (maximaal vijf) van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. In een gebied bij Rotterdam is het aandeel van 5 bewegingen op 100 vertrekkende schepen per dag kleiner dan voor een haven als IJmuiden/Amsterdam waar zo'n 25 schepen per dag vertrekken. Het relatieve effect op de scheepvaartveiligheid is dus bij Rotterdam kleiner dan bij IJmuiden, maar aan de andere kant is het absolute effect op de verkeersveiligheid bij Rotterdam weer groter. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard.
Vermoedelijk zal IJmuiden de uitvalsbasis voor het windpark Tromp Binnen worden. Vanuit IJmuiden naar Tromp Binnen is het ongeveer 4 uur varen. Voor alle bewegingen per jaar dus 2 (heen + terug) x 5 (reizen/dag) x 180 (periode van 6 maanden) x 4 uur varen = 7200 vaaruren voor de aanleg. Dit levert een verhoging van het gemiddelde aantal schepen op zee op van 0.8 schip (= 7200 vaaruren/(365 x 24 uren in een jaar)) op een totaal van 300 varende schepen. Aangezien de bouw maar een half jaar duurt, is de verhoging gedurende dit deel van het jaar 1.6 schip. In deze periode van een half jaar is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit 1.0% hoger[2] dan normaal. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0.5%. Deze percentages gelden voor de bouwfase met het extra verkeer.

4.6 Het cumulatieve effect

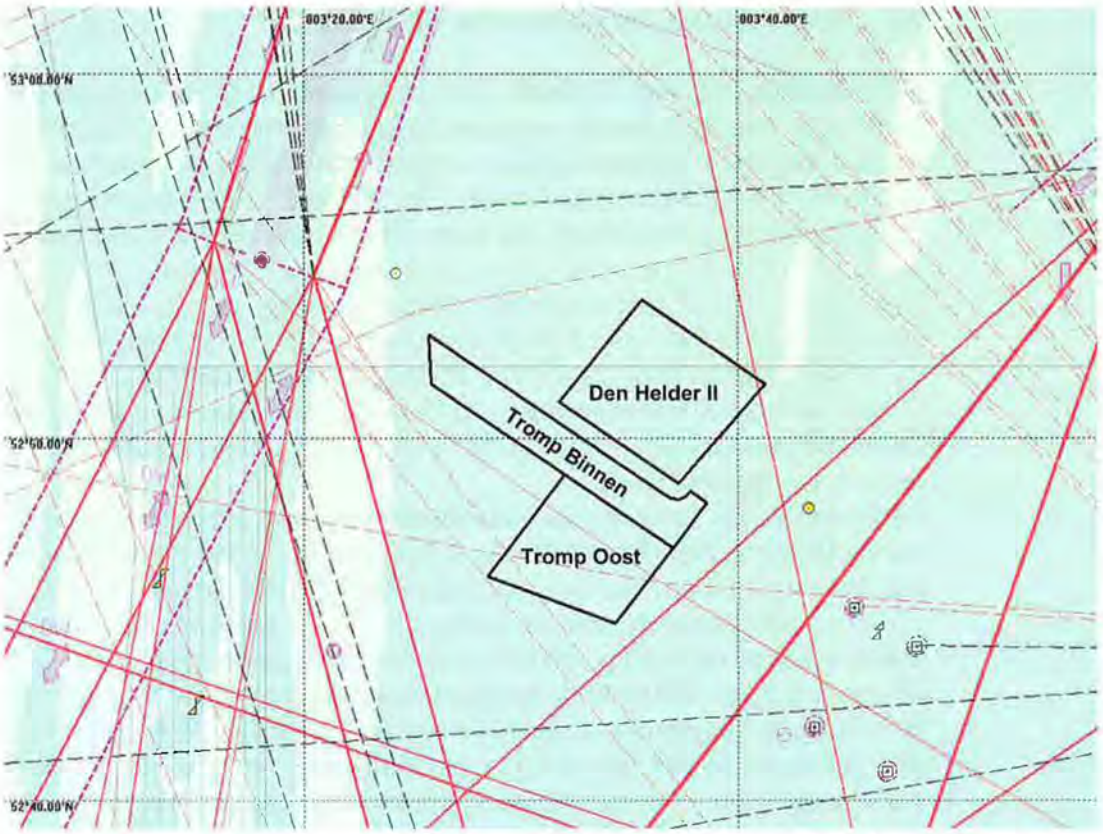
Het cumulatieve effect is bepaald volgens de richtlijnen en de aanpak beschreven in 3.6. Het cumulatieve effect is bepaald voor de zes inrichtingsvarianten van Tromp Binnen, gecombineerd met de minimumvariant en maximumvariant voor de dichtst bij gelegen windparken, zijnde Den Helder II en Tromp Oost. Bij een aantal van de inrichtingsvarianten komt het totaal aan geïnstalleerd vermogen zonder windpark Tromp Oost net boven de 1000 MW. Om de vergelijking tussen de verschillende inrichtingsvarianten niet te beïnvloeden met het wel of niet meenemen van windpark Tromp Oost is dit windpark bij alle cumulatieve alternatieven meegenomen.

Bij de berekening van het cumulatieve effect is gerekend met de volledige oppervlakte van de potentiële windparken Den Helder II en Tromp Oost. De contourlijnen, de verbindingslijnen van de uiterste coördinaten uit de startnotities, zijn getekend in Figuur 4-3 met de verkeersdatabase waarbij Tromp Binnen is vrijgemaakt.

De resultaten van het cumulatieve effect voor een variant van het windpark zijn weergegeven in drie tabellen voor de minimumvariant (Tabel A1-11, Tabel A1-12 en Tabel A1-13 voor de eerste variant van Tromp Binnen) en drie tabellen voor de maximumvariant (Tabel A1-14, Tabel A1-15 en Tabel A1-16 voor de eerste variant van Tromp Binnen). De tabellen voor de andere inrichtingsvarianten van Tromp Binnen worden gegeven in tabellen in appendices A2 tot en met A6.

---

[2] Het aantal aanvaringen tussen schepen neemt kwadratisch met de intensiteit toe.



Figuur 4-3 ***Tromp Binnen (geclusterd scenario met windpark Den Helder II en Tromp Oost)***

In de eerste van de drie tabellen voor iedere variant wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op een aanvaring, aandrijving en kans op een uitstroom per jaar gegeven. In Tabel A1-12 worden de resultaten van Tabel A1-11 cumulatief weergegeven, dus steeds is aan het eigen windpark een nieuw windpark toegevoegd. Tabel A1-13 geeft hetzelfde weer als Tabel A1-12, maar dan in de vorm van een optreden van de gebeurtenis eens in de zoveel jaar. Tabel A1-12 en Tabel A1-13 bevatten als laatste rij de risico's teruggerekend naar 1000 MW om vergelijking tussen de verschillende scenario's te vergemakkelijken. In de laatste kolom van alle tabellen is de kans op een uitstroom per 1000 MW weergegeven.
Tabel A1-12 geeft voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen een kans op een aanvaring of aandrijving van 0.1255, dus eens in de 8 jaar (zie Tabel A1-13) en een kans op een uitstroom van lading of bunkerolie van 0.0075, dus eens in de 133.6 jaar.

De resultaten van alle cumulatieve berekeningen zijn samengevoegd in Tabel 4-10 waarbij de risico's voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen uit de tabellen van de Appendix zijn overgenomen.

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Tromp Binnen	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
TB_varA	3 MW	0.0185	0.0149	0.0843	0.0078	0.1255	0.0075
TB_varB	3 MW	0.0186	0.0154	0.0836	0.0078	0.1253	0.0074
TB_varC_G	3 MW	0.0177	0.0142	0.0808	0.0074	0.1202	0.0072
TB_varC_J	3 MW	0.0186	0.0187	0.0811	0.0077	0.1260	0.0072
TB_varD_G	3 MW	0.0176	0.0145	0.0798	0.0074	0.1193	0.0071
TB_varD_J	3 MW	0.0187	0.0198	0.0802	0.0076	0.1263	0.0071
TB_varA	5 MW	0.0124	0.0105	0.0549	0.0051	0.0830	0.0049
TB_varB	5 MW	0.0129	0.0113	0.0564	0.0053	0.0860	0.0050
TB_varC_G	5 MW	0.0117	0.0100	0.0522	0.0049	0.0787	0.0046
TB_varC_J	5 MW	0.0126	0.0144	0.0525	0.0051	0.0846	0.0047
TB_varD_G	5 MW	0.0119	0.0104	0.0522	0.0049	0.0793	0.0046
TB_varD_J	5 MW	0.0129	0.0157	0.0526	0.0052	0.0863	0.0047

Tabel 4-10 Cumulatieve effect voor Tromp Binnen met Den Helder II en Tromp Oost

De tabel toont duidelijk dat de risico's bij het gebruik van 5 MW turbines (maximumvariant) lager liggen (orde grootte 0.08 versus 0.12), voornamelijk doordat er minder windturbines nodig zijn. De 5 MW turbine geeft door de afmetingen wel een iets groter risico dan een 3 MW turbine maar dit is veel minder dan de 67% meer vermogen per windturbine.
De verschillen tussen de varianten van het eigen park zijn kleiner omdat deze verschillen worden genivelleerd door de ander parken. De effecten van de inrichting van het eigen park op de scheepvaartveiligheid zijn beschreven in hoofdstuk 4.2.

De uitstroomkansen voor 1000 MW worden vergeleken met de uitstroomkansen in de hele EEZ, zijnde een gemiddelde van eens in de 2.8 jaar voor bunkerolie en eens in de 6.7 jaar voor ladingolie, dus samen een uitstroomkans van (1/2.8+1/6.7)=0.50 per jaar. De cumulatieve uitstroomkans voor olie (teruggerekend voor 1000 MW) voor de minimumvariant bedraagt gemiddeld 0.0073 (zie Tabel 4-10) per jaar en voor de maximumvariant 0.0048 per jaar, dus ongeveer 1.5% bij gebruik van 3 MW windturbines en 0.95% bij gebruik van 5 MW turbines.

Door andere maatregelen, zoals de inzet van De Waker en/of andere sleepboten (zie hoofdstuk 5.2) kan 70% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen en worden de percentages dus 0.44% en 0.29%.

Wanneer er, door de energie die de windparken opleveren, minder transport van olie over zee hoeft plaats te vinden, dan leidt de bouw van windparken ook tot een lagere kans op een olie-uitstroom in de EEZ. Dit is als volgt gekwantificeerd. Uitgaande van 1000 MW geïnstalleerd vermogen en 34%[3] rendement is de totale energie opbrengst geschat op 0.34*365*24*1000 MW /1000 = 2978 GWh per jaar. Het olie equivalent van 2978 GWh is 0.26 miljoen ton olie. In Rotterdam wordt ongeveer 100 miljoen ton olie aangevoerd. Wanneer de olie op weg naar/van Rotterdam 50% is van het totale transport in de EEZ, dan is de vermindering van het olietransport 0.13%, dus 0.13% minder kans op een olie-uitstroom door een ander incident. Dit weegt nog niet op tegen

3 Het rendement voor de verschillende initiatiefnemers varieert van 28% tot 50%. Voor de berekening is gekozen voor een rendement van 34%.

de hierboven genoemde toename van 0.95%-1.5% zonder De Waker en 0.29-0.44% met De Waker.

Verder is de kans op een uitstroom een worst case benadering. Daar het percentage olietankers met een dubbele huid steeds groter wordt, is de kans op een uitstroom van ladingolie kleiner dan gemodelleerd, zoals in 5.3 wordt uitgelegd.

Kwalitatief

Voor de scheepvaartveiligheid betekent een aaneenschakeling van windparken dat het totale risico over het algemeen minder is dan de som van de risico's van de individuele parken, waarmee nu gerekend is. Dit komt omdat over het algemeen schepen door een ander park eerder verder weg van het eigen park zullen worden geleid dan dichterbij.
Het risico voor Tromp Binnen zal door aanwezigheid van windparken Den Helder II en Tromp Oost iets afnemen, omdat de routes door Tromp Oost zullen verschuiven in zuidelijke richting. Deze zullen daardoor verder van het park af komen te liggen.

Bij een geclusterd aantal windparken is de totale omweg meer dan de omweg van de individuele windparken. Echter, door het vrijhouden van de clearways en het vroegtijdig anticiperen op de locatie van de windparken zijn de extra af te leggen zeemijlen verwaarloosbaar klein [4]. Alleen voor sommige niet-routegebonden schepen die een missie/visgrond hebben vlak achter een windpark, kan een windpark hinderlijk in de weg liggen. Voor Tromp Binnen kan echter geconcludeerd worden dat de extra toename van de omweg door de andere windparken in de cluster verwaarloosbaar is.

4.7 Radardekking naar de Nederlandse havens

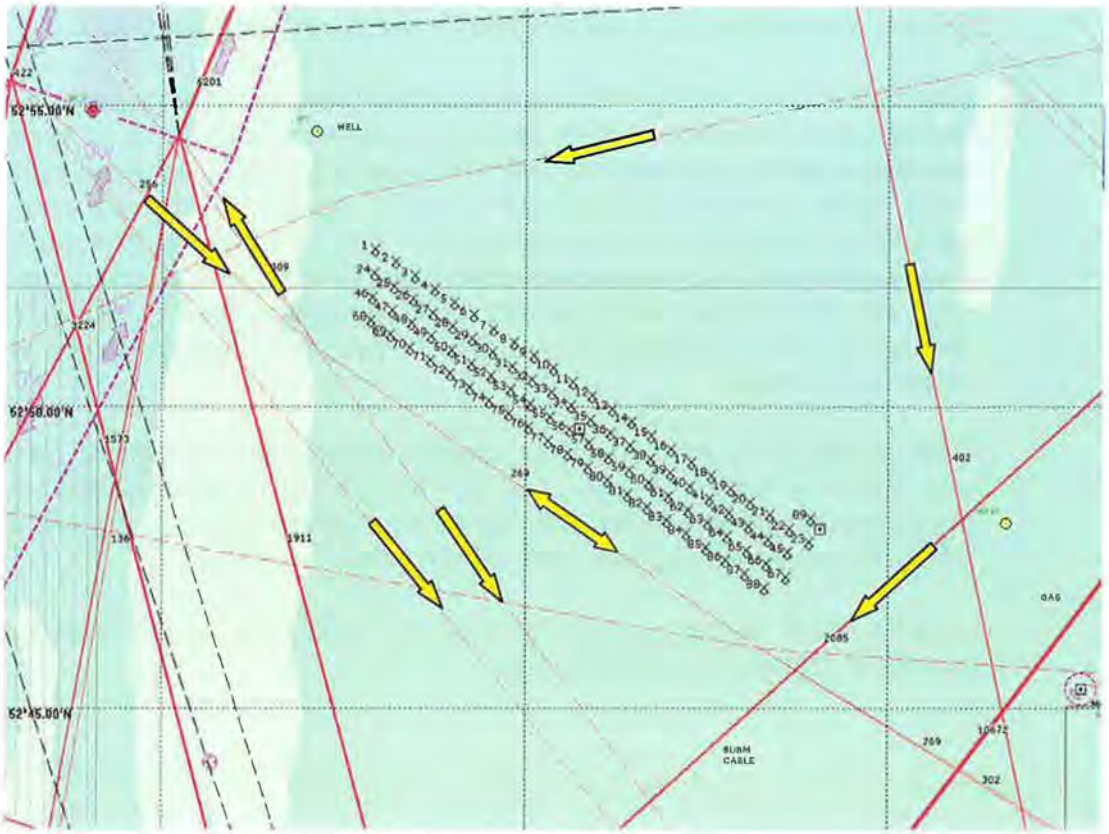
Windpark Tromp Binnen valt buiten de radardekking naar een Nederlandse haven. Zowel de radar van IJmuiden, Rotterdam en Scheveningen bereiken het windpark niet.

4.8 Kruisende scheepvaart

In 4.8.1 zijn voor alle inrichtingsvarianten de figuren opgemaakt die aangeven hoeveel schaduwstukken van een bepaalde grootte optreden op het traject van 8 nm tot aan het kruispunt. In 4.8.2 wordt aangegeven wat de orde van grootte is van de extra kans op een aanvaring door de zichtbelemmering.

4.8.1 Vergelijking opstellingen voor de varianten

Figuur 4-3 toont de scheepvaartlinks in de omgeving van het windpark Tromp Binnen waarbij het windpark vrijgemaakt is. Op de figuur is met pijlen de algemene richting aangegeven waarin de schepen varen die zich op de verschillende links bevinden. Uit de figuur volgt dat de meest kritische ontmoeting tussen routegebonden verkeer zich voordoet ten zuidoosten van het park. Hier kruist een drukkere zuidwestwaartse route de route van schepen die aan de zuidkant (in beide richtingen) langs het park varen, waarbij het windpark een extra belemmering vormt.



Figuur 4-3 Verkeersafwikkeling bij Tromp Binnen

Voor de verschillende layouts van het park, A tot en met D, zijn voor deze twee routes de schaduwstukken bepaald voor een zuidwestwaarts varend schip op de drukkere

route dat kruist met een oostwaarts varend schip dat aan de zuidkant langs het park vaart. Hierbij wordt aangenomen dat beide schepen op 500 meter langs het park varen. Vooral voor het zuidwestwaarts varende schip is dit een worst-case scenario. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 4-4 tot en met Figuur 4-9 voor het blauwe schip dat langs de rode track vaart.

Figuur 4-8 en Figuur 4-9 tonen dat de varianten A en B schaduwstukken hebben die groter dan 40 meter zijn. Vooral bij variant A ligt dit schaduwstuk op een lastig gedeelte, op slechts 1.1 nm van het kruispunt. Verder heeft variant B op ongeveer 1 nm van het kruispunt nog een schaduwstuk van ruim 30 meter. Variant D heeft een schaduwstuk van bijna 40 meter op iets minder dan 2 nm van het kruispunt. Variant C heeft geen schaduwstukken groter dan 30 meter.

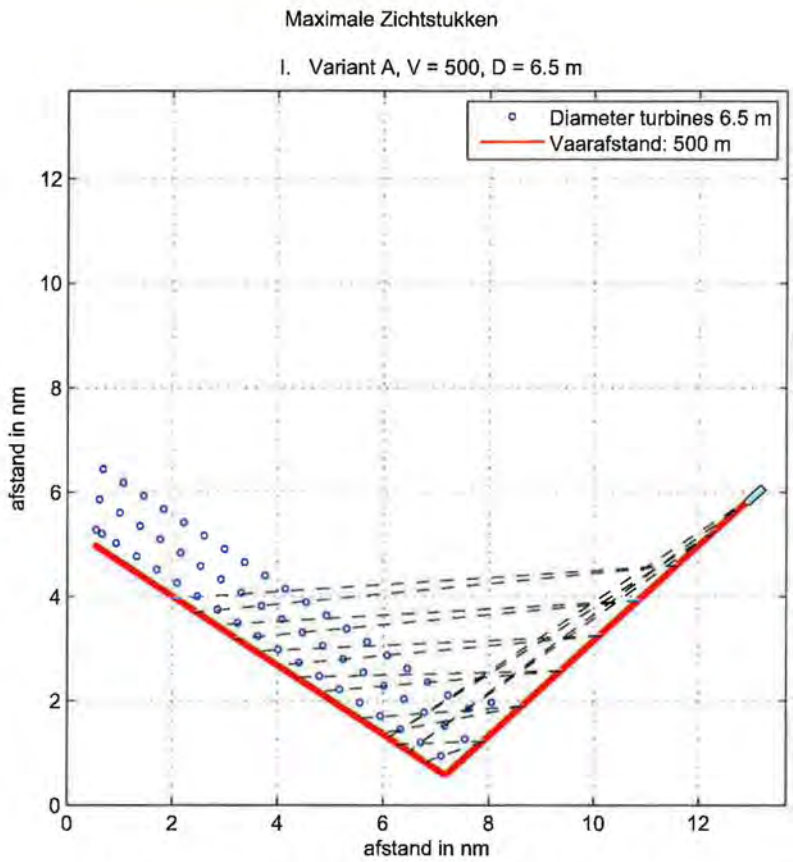
Opvallend is dat, hoewel varianten A en D een vergelijkbare indeling hebben wat aantal turbines betreft, variant A veel grotere schaduwstukken heeft dan D, terwijl de diameter van de turbines van variant D groter is dan van A. Dit komt doordat in variant A het schip vlak langs turbine 38 (zie Figuur A1-1) loopt, terwijl in variant D een turbine op deze locatie ontbreekt en het schip daar het dichtst langs de hoekturbine loopt. Turbine 38 veroorzaakt echter juist het grote schaduwstuk.

Wat betreft de fundaties is voor de berekeningen voor Figuur 4-4 tot en met Figuur 4-9 nog aangenomen dat de jacket fundatie geen extra zichtbelemmering oplevert in vergelijking met de gravity based fundatie. Of dit in werkelijkheid zo is hangt af van de hoogte van de jacket boven het wateroppervlak en de mate waarin door de jacket fundatie kan worden gekeken. Als er vanaf de schepen niet door of over de jacket heen gekeken kan worden, dan heeft dit grote invloed op de schaduwstukken.

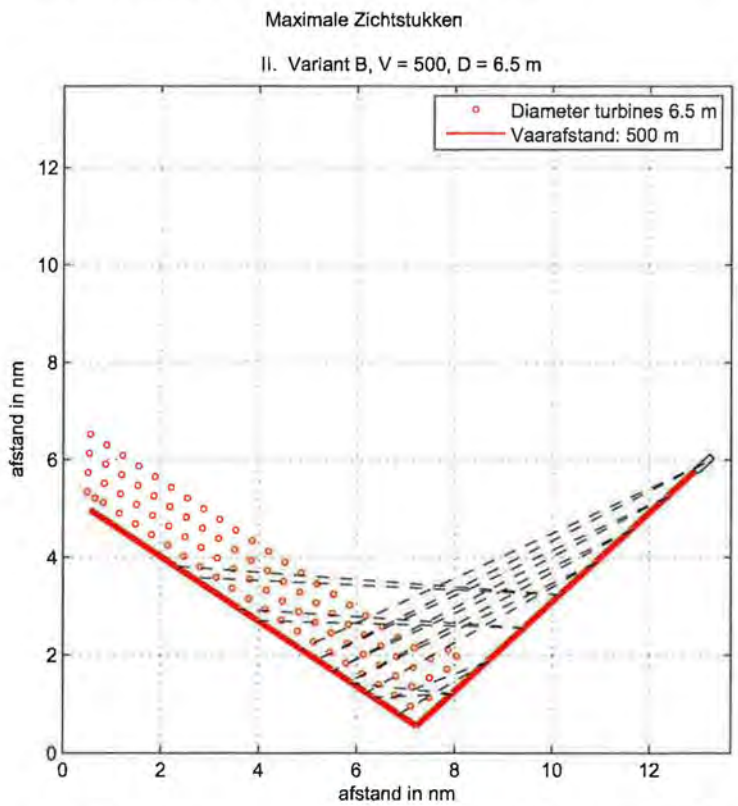
Het effect van de jacket fundatie op de zichtbelemmering is weergegeven in Figuur 4-10 en Figuur 4-11. Omdat de jackets vierkant zijn (op de waterlijn 17 bij 17 meter), hangt de schaduwlengte nu ook af van de hoek waaronder tegen de jacket wordt aangekeken. Er wordt echter gerekend alsof de jacket rond is, waarbij de diameter gelijk is aan de gemiddelde doorsnede van een vierkant van 17 bij 17 (ongeveer 21.6 meter). Hierbij is dus aangenomen dat de jackets op zichthoogte 17 meter lang en breed zijn. De figuren laten zien dat de lengte van de schaduwstukken inderdaad enorm toeneemt. Er bevindt zich bij de 'jacket' varianten zelfs op 0.5 nm van het kruispunt nog een schaduwstuk groter dan 50 meter.

Voor de praktijk betekent dit dat de schepen bij een jacket fundatie op grotere afstand van het park gaan passeren dan bij een gravity based fundatie, omdat goed zeemanschap vereist dat voldoende ruimte wordt gehouden om bij onvoorziene situaties niet in de problemen te komen. Deze extra ruimte is aanwezig.

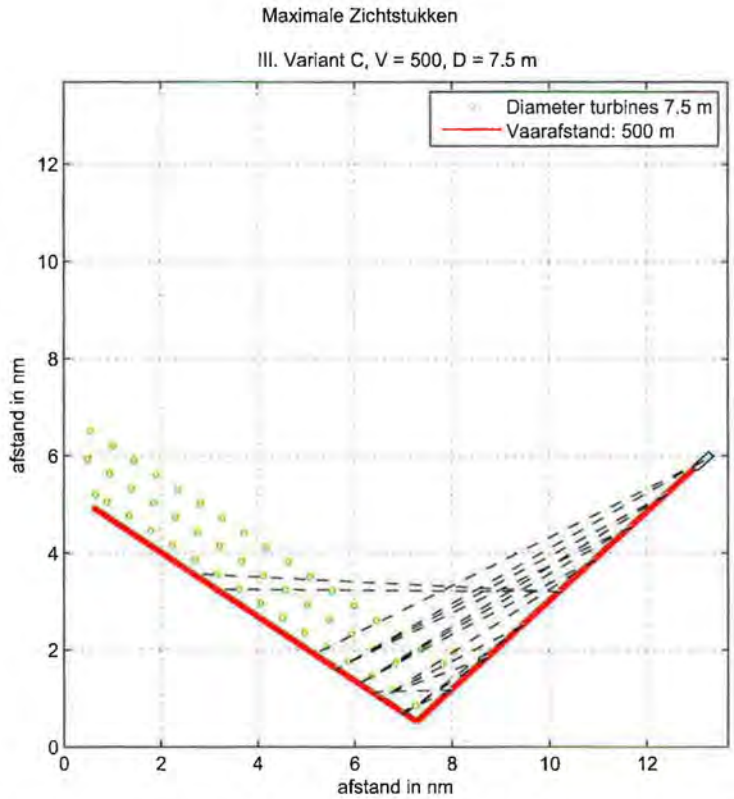
In 4.8.2 wordt aangegeven wat de orde van grootte is van de extra kans op een aanvaring door de zichtbelemmering.



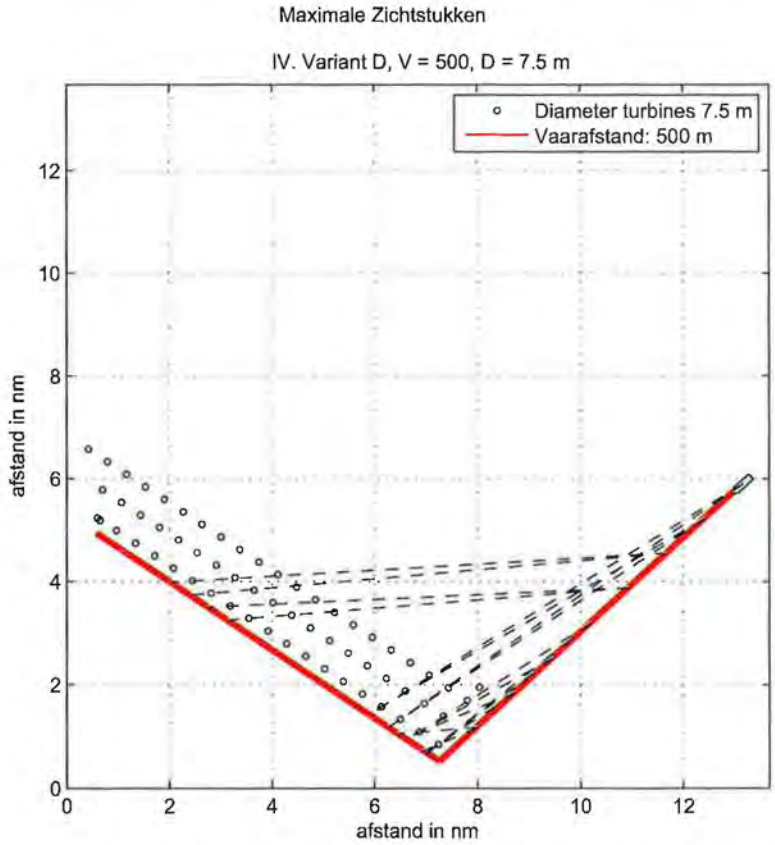
Figuur 4-4 ***Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant A***



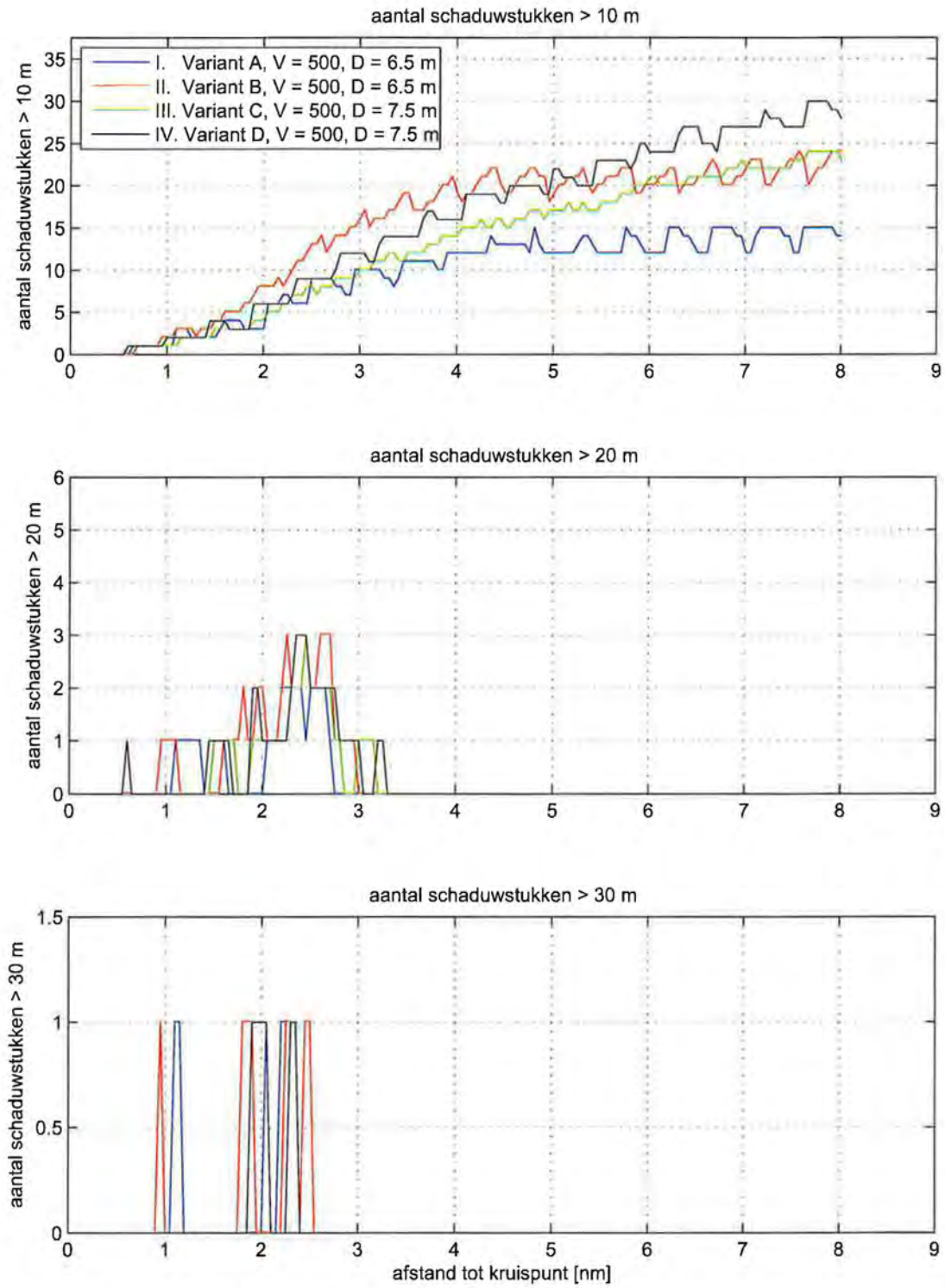
Figuur 4-5 ***Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant B***



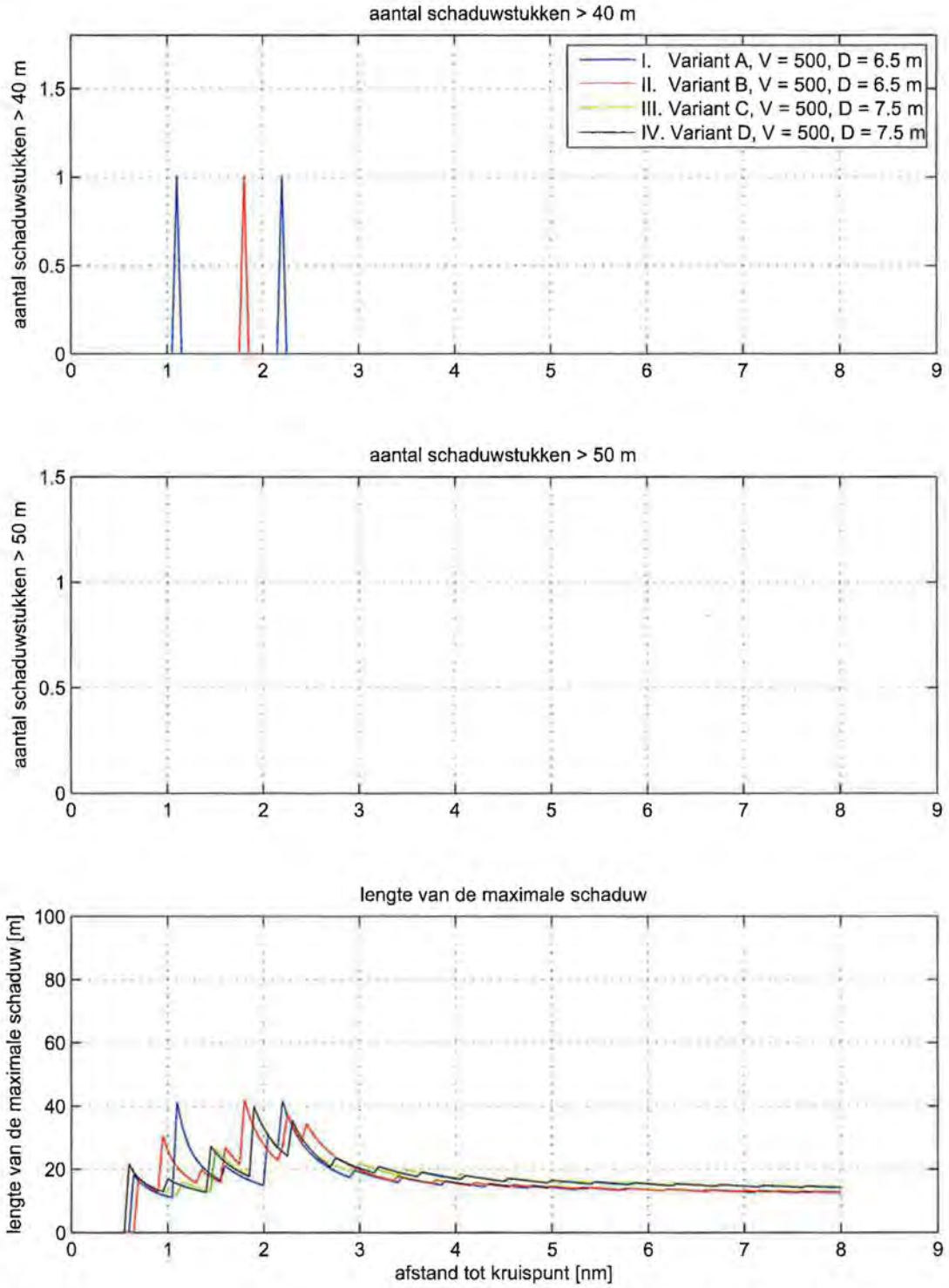
Figuur 4-6 ***Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant C***



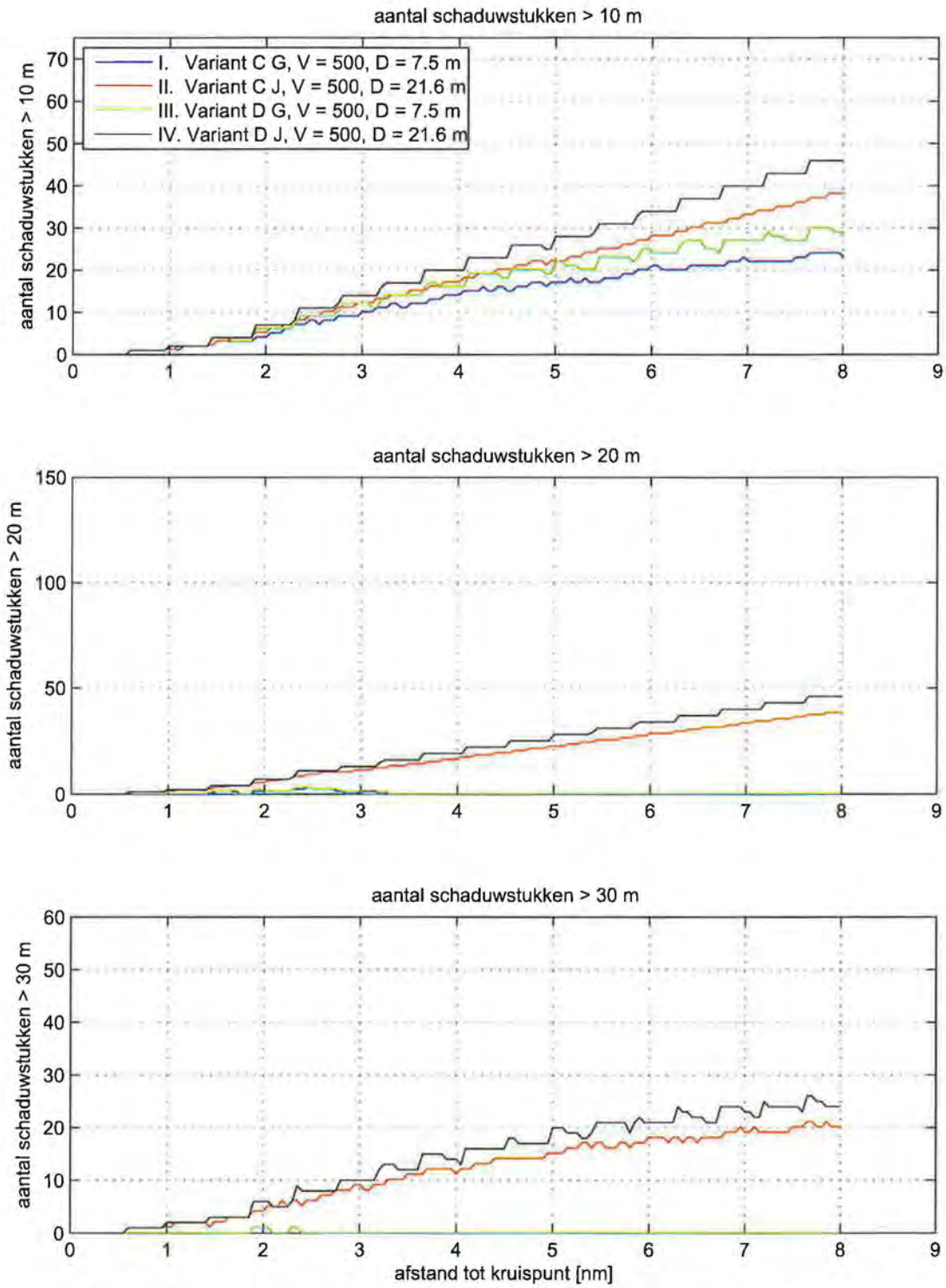
Figuur 4-7 ***Een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts schip ten zuidoosten van variant D***



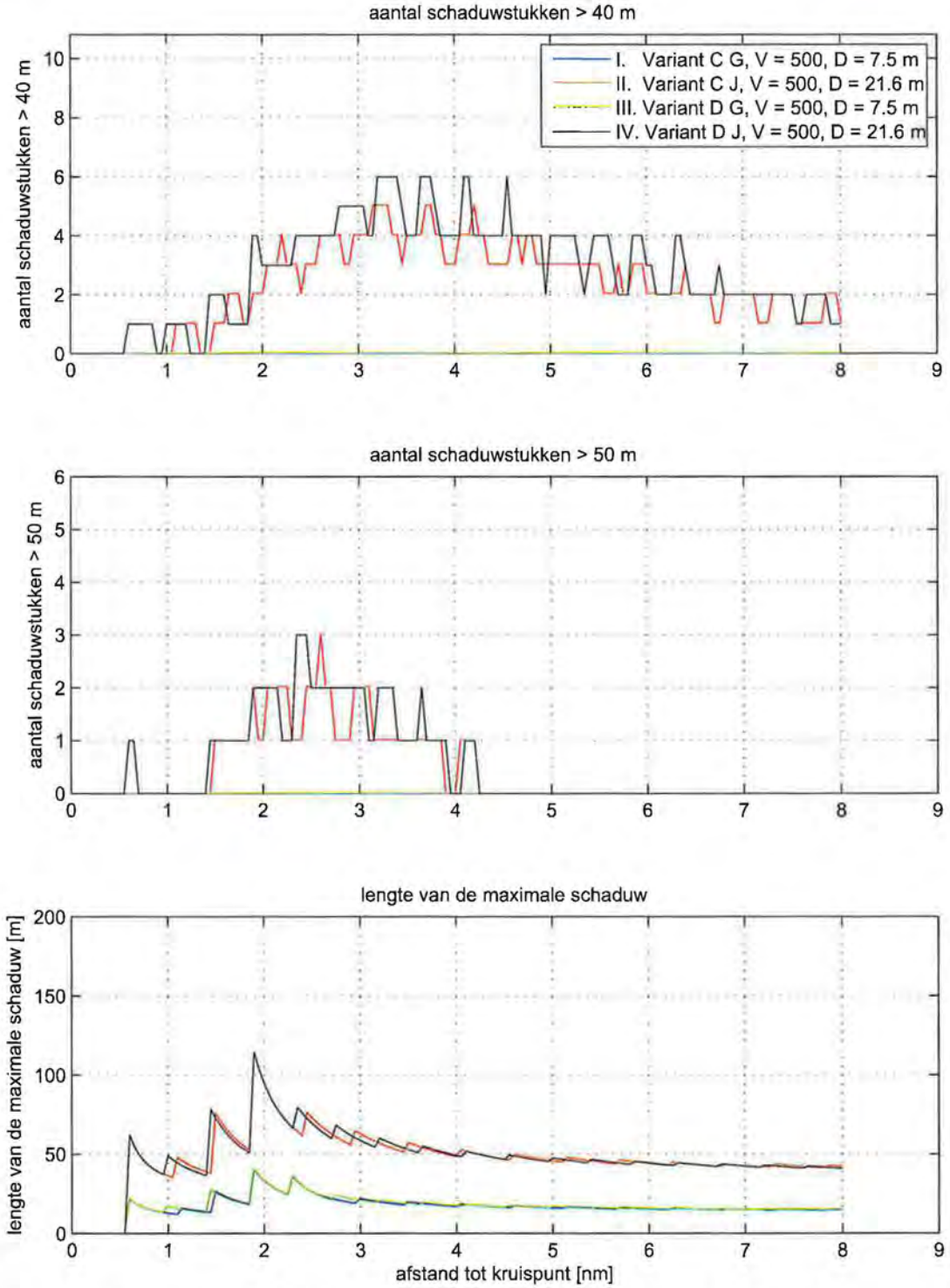
Figuur 4-8 ***Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en 30m voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor varianten A tot en met D***



Figuur 4-9 ***Aantallen schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor varianten A tot en met D***



Figuur 4-10 ***Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en 30m voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor de varianten C en D, waarbij onderscheid is gemaakt tussen het effect van gravity based en jacket fundaties***



Figuur 4-11 ***Aantallen schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk voor een zuidwestwaarts varend routegebonden schip kruisend met een oostwaarts varend schip ten zuidoosten van het park, vergeleken voor de varianten C en D, waarbij onderscheid is gemaakt tussen het effect van gravity based en jacket fundaties***

4.8.2 Extra aanvaringen door zichtbelemmering

In Figuur 4-3 is de verkeersafwikkeling voor de locatie Tromp Binnen gegeven.
De meest kritische situatie zal zich voordoen aan de zuidoostkant van het windpark. In de figuren zijn de verkeersstromen voor het routegebonden verkeer getekend, maar een moeilijke ontmoetingssituatie kan zich ook voordoen tussen een routegebonden schip (koopvaardij) en een niet-routegebonden schip (meestal visser) of tussen twee niet-routegebonden schepen. Voor een niet-routegebonden schip is de zichtkwestie wel hetzelfde, maar een visser heeft veel minder ruimte nodig om een aanvaring te voorkomen. De verplichte 500 m afstand is ruim voldoende voor een noodmanoeuvre, welke natuurlijk zoveel mogelijk voorkomen moet worden.

In Tabel 4-10 is de extra kans op een aanvaring door de belemmering van het zicht bepaald op basis van berekeningen en een aantal aannames. In het linkerdeel staat het resultaat van de modelberekening zonder de zichtbeperking door het windpark mee te nemen. De tabel geeft dat er 0.0073 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar verwacht worden ofwel een aanvaring eens in de 136 jaar. De "overtaking" en "head-on" aanvaringen zijn hier buiten beschouwing gelaten omdat voor dit type aanvaring geen extra risico door het park optreedt. De tabel geeft ook aan tussen welke scheepstypen deze aanvaring verwacht wordt. Voor de niet-routegebonden vaart is aangenomen dat de dichtheid rondom het park twee keer zo groot wordt omdat deze schepen dicht langs het park zullen varen.

In het rechterdeel van de tabel wordt het extra aantal aanvaringen als volgt geschat. Alleen de ontmoetingen tussen kruisende schepen waarbij het windpark zich tussen de schepen bevindt zijn extra gevaarlijk. Dit percentage is voor iedere gridcel geschat, zie Tabel 4-10 in de kolom "fractie moeilijk door windpark". Aan de zuidoostkant van het windpark Tromp Binnen treden de meeste moeilijke ontmoetingen op. Bij 50% van de ontmoetingen is het geen probleem, omdat er een open hoek met de koerskruiser bestaat. In 50% kan er sprake zijn van zichtbelemmering (zuidgaand met oostgaand verkeer). Bij niet routegebonden verkeer is er in 25% van de gevallen zichthinder.
Aangenomen wordt dat 10% dicht langs het park vaart en in moeilijkheden kan komen. Voor de niet-routegebonden schepen wordt aangenomen dat er meer schepen (20%) vlak langs het park varen omdat het windpark voor deze schepen meer een obstakel vormt.

Er wordt een factor toegepast om de extra ongevalsgevoeligheid, gegeven een moeilijke ontmoeting, mee te nemen. Deze factor is 3 voor een ontmoeting tussen twee routegebonden schepen, 2.25 voor een ontmoeting tussen een routegebonden schip en een niet-routegebonden schip en 1.5 voor een ontmoeting tussen twee niet-routegebonden schepen. Feitelijk zou deze factor moeten variëren met de inrichtingsvariant, maar gezien de resultaten van 4.8.1 is het verschil tussen de inrichtingsvarianten minimaal. Voor deze factoren wordt eens in de 4063 jaar (Tabel 4-10) een extra aanvaring verwacht door de aanwezigheid van het windpark.

Aangezien bij de jacket fundatie de zichthinder sterk toeneemt, is de ongevalskans gegeven een moeilijke ontmoeting voor deze fundatie met nogmaals een factor 2 vermenigvuldigd, dus worden de hiervoor genoemde factoren respectievelijk 6, 4.5 en 3. Ook onder deze extreme aanname blijft een extra aanvaring van eens in de 1324 jaar uiterst klein (zie Tabel 4-11). Zoals eerder verwoord zal de navigator in het geval er duidelijk zichthinder is, verder van het windpark blijven, waardoor de extra ongevalskans toch naar eens in de 4063 zal gaan.

	zonder extra factor voor moeilijk kruisend verkeer				toegepaste factoren			
Type aanvaring	R-schepen	N-schepen	aantal aanvaringen per jaar	aanvaringen eens in de .. Jaar	fractie moeilijk door windpark	fractie met kleine afstand	extra factor voor kans op aanvaring gegeven een ontmoeting	extra aantal aanvaringen door windpark eens in de .. jaar
Tussen twee routegebonden schepen	0.0051	0	0.0026	388	25-50%	10%	3	20725
Een route-gebonden schip met een niet-route-gebonden schip	0.0021	0.0021	0.0021	478	25%	20%	2.25	7644
Tussen twee niet-route-gebonden schepen	0	0.0054	0.0027	373	25%	20%	1.5	14915
Totaal			0.0073	136				4063

Tabel 4-10 ***Risico en extra risico voor kruisend verkeer voor de monopile en gravity based varianten***

	zonder extra factor voor moeilijk kruisend verkeer				toegepaste factoren			
Type aanvaring	R-schepen	N-schepen	aantal aanvaringen per jaar	aanvaringen eens in de .. Jaar	fractie moeilijk door windpark	fractie met kleine afstand	extra factor voor kans op aanvaring gegeven een ontmoeting	extra aantal aanvaringen door windpark eens in de .. jaar
Tussen twee routegebonden schepen	0.0051	0	0.0026	388	25-50%	10%	6	8290
Een route-gebonden schip met een niet-route-gebonden schip	0.0021	0.0021	0.0021	478	25%	20%	4.5	2730
Tussen twee niet-route-gebonden schepen	0	0.0054	0.0027	373	25%	20%	3	3729
Totaal			0.0073	136				1324

Tabel 4-11 ***Risico en extra risico voor kruisend verkeer voor de varianten met jacket fundatie***

Conclusie

De schatting resulteert in een extra aanvaring door het windpark eens in de 4063 jaar voor de monopile en gravity based varianten en eens in de 1324 jaar voor de jacket varianten. De betrouwbaarheid van dit resultaat is niet groot omdat de gebruikte factoren en aannames arbitrair zijn, maar het toont wel aan dat de extra kans op een aanvaring klein is.

5 MAATREGELEN

5.1 Gebruik van AIS

Sinds 1 januari 2005 hebben alle schepen boven 300 GT (ongeveer 55 m) een AIS-transponder (Automatic Identification System), die de positie van het schip continu uitzendt. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen ontvangen en hiermee is de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend.
AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, biedt dan ook extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te zien. Te meer daar AIS niet verstoord wordt door het windpark. De verwachting is dat AIS, vooral wanneer AIS wordt geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug de veiligheid op zee zal bevorderen. De verwachting is dat daardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met 20%. Deze reductie volgt uit het SAFESHIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken voor de Duitse autoriteiten [7].

Het is de verwachting dat in de toekomst steeds meer kleinere schepen, waaronder vissers, met een AIS-transponder gaan varen, waardoor het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot wordt.

Door AIS zal de kans op een aandrijving niet veranderen. Een hele kleine (eerder theoretische) reductie wordt verwacht doordat een te hulp geroepen sleepboot de positie van de drifter beter kent en ook doordat men met de AIS-data sneller in staat is de dichtstbijzijnde sleepboot naar de drifter te sturen.

5.2 Inzet van De Waker

Zoals uit de berekeningen volgt, geeft aandrijven het grootste risico. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Met deze processen is in de berekening rekening gehouden.
Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een sleepboot. De Waker is een sleepboot van de overheid die naar een drifter wordt gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. De Waker kan dus een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt sterk af van de positie van De Waker op het moment van de melding. De thuishaven van de Waker is Den Helder en bij windkracht vanaf 5 Beaufort ligt de Waker op wacht in het Texel verkeersscheidingsstelsel.

De plaats van De Waker bij het verkeersscheidingsstelsel is echter gebaseerd op het huidige gevaar van een drifter met het oog op de offshore olie- en gasplatforms. Wanneer er veel windparken gebouwd gaan worden zou de positie van De Waker bij slecht weer kunnen veranderen. Om deze reden is De Waker niet in de standaardberekening opgenomen.

Om een inschatting te maken van het effect van de aanwezigheid van De Waker op de aanvaarfrequenties van het windpark, is een korte aanvullende berekening gemaakt waarbij de inzet van De Waker vanuit Den Helder (bij 0-4 Bft) of het verkeersscheidingsstelsel (vanaf 5 Bft) is meegenomen. De Waker reduceert alleen het

aantal aandrijvingen. In Tabel 5-1 zijn de aandrijffrequenties met en zonder De Waker naast elkaar gezet.

	aandrijffrequentie		Procentuele verandering als gevolg van de aanwezigheid waker
	Zonder de Waker	**Met** de Waker	
TB_varA	0.017670	0.005276	-70.14%
TB_varB	0.027519	0.008227	-70.10%
TB_varC_G	0.015423	0.004636	-69.94%
TB_varC_J	0.016195	0.004908	-69.69%
TB_varD_G	0.018728	0.005618	-70.00%
TB_varD_J	0.019680	0.005953	-69.75%

Tabel 5-1 Aandrijffrequenties voor het windpark met en zonder de inzet van De Waker.

De Waker reduceert het aantal aandrijvingen met ongeveer 70%. Deze reductie is in vergelijking met andere windparken hoog. Dit komt omdat de Waker, bij windkracht vanaf 5 Bft, waarbij de meeste aandrijvingen verwacht worden, buitengaats in de richting van het windpark ligt. Bovendien ligt het windpark relatief ver van de drukke verkeersstromen, waardoor de aandrijvingen die op zullen treden, zullen plaatsvinden door schepen die al enige uren driften. Er is daarom relatief veel tijd is om tijdig in te kunnen grijpen.

Deze reductie is in vergelijking met andere windparken hoog omdat de Waker relatief dichtbij ligt. Bovendien ligt het windpark relatief ver van de drukke verkeersstromen, waardoor er veel tijd is om tijdig in te kunnen grijpen.

Wanneer zeer veel windparken op de Noordzee gebouwd gaan worden zal de meest gunstige locatie voor De Waker waarschijnlijk opnieuw bepaald worden, waardoor de berekende reductie zou kunnen veranderen. Ook is het mogelijk dat meerdere ETV's (Emergency Towing Vessels) zullen worden ingezet.

5.3 Autonome ontwikkeling uitstroom van olie

Voor het bepalen van de kans op een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van de schadematrix die is samengesteld uit het onderzoek uitgevoerd voor het Near Shore Windpark. Dit is een 'worst-case' benadering. Wanneer nu de kans op een olie-uitstroom en de hoeveelheid uitstroom een belemmering zouden vormen voor het al dan niet bouwen van offshore windparken, dan verdient deze schadematrix verdere aandacht.

De volgende kanttekeningen kunnen bij deze modellering worden gemaakt:

- De uitstroom van ladingolie en bunkerolie kan optreden nadat een schip groter dan 1000 GT tegen een windturbine aandrijft en er een gat in de scheepshuid wordt aangenomen. In de praktijk zal de windturbine niet vol (centraal) geraakt worden maar met de voor- of achterkant van het schip, waardoor een deel van de botsingsenergie wordt omgezet in een rotatie van het schip.

- Het gebruik van een monopaal zonder uitsteeksels (een aanvaringsvriendelijke monopaal) zal minder vaak tot een gat in de scheepshuid leiden dan een tripod of een monopaal met een platform met andere attributen.

- Bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk, autonome ontwikkeling, is dat deze enkelwandige olietankers uitgefaseerd worden en worden vervangen door dubbelwandige tankers. De kans dat er een gat in een ladingtank zal ontstaan bij een aandrijving van een windturbine is bij een dubbelwandige tanker kleiner. Dit betoog gaat niet op voor de kans op een uitstroom van bunkerolie omdat de meeste andere schepen niet dubbelwandig zijn uitgevoerd en de brandstoftank dus meestal enkelwandig is uitgevoerd. Dit betekent dat vooral de kans en hoeveelheid uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend. De frequentie voor de uitstroom van bunkerolie zal niet veel afnemen.

In studies voor Duitse en Deense windparken wordt door de Germanischer Lloyd AG aangenomen dat iedere aandrijving en aanvaring leidt tot een gat in de scheepshuid met daaruit mogelijk een uitstroom. Det Norkske Veritas veronderstelt alleen een mogelijke uitstroom na een aandrijving, maar laat niet iedere aandrijving tot een uitstroom leiden. Dit lijkt op de aanname zoals in de NSW-schadematrix (Tabel 3-1) is verwerkt, waarin iedere aandrijving van een schip boven 1000 GT tot een gat leidt, maar of dit vervolgens ook tot een uitstroom leidt hangt af van waar het schip wordt geraakt, of het een lading of ballasttank betreft en of het schip geladen is.

Door de technische universiteit Hamburg-Harburg zijn er ook berekeningen uitgevoerd waarbij is aangetoond dat er geen gat zal ontstaan in de ladingtank bij een dubbelwandig schip.

Conclusie
Gezien de ontbrekende praktijkgevallen blijft een conservatieve benadering van de olie-uitstroom gewenst. Wel mag geconcludeerd worden dat de uitstroom van ladingolie door de invoering van de dubbelwandige tankers bij aandrijvingen van windturbines beduidend minder kan zijn dan met de huidige worst case NSW-schadematrix wordt berekend.

5.4 Mitigerende maatregelen bij kruisend verkeer

Afstand vergroten
De meest effectieve maatregel is om de afstand van het passerende verkeer tot het windpark te vergroten. De wettelijke afstand is 500 meter. Het plaatsen van een boei op grotere afstand helpt niet, omdat de scheepvaart in de praktijk aan weerszijden van een boei passeert indien er niet werkelijk gevaar dreigt. Andere manieren om de afstand tot het passerende verkeer te vergroten zijn:

- het park kleiner maken;
- het instellen van "traffic lanes" (verkeersstelsels) bij het windpark.

De eerste maatregel helpt alleen wanneer het verkeer door de meest waarschijnlijke verkeersafwikkeling op basis van herkomst en bestemming dan verder van het windpark passeert, maar niet wanneer het verkeer met een kleiner wordend windpark mee schuift. Voor Tromp Binnen betekent dit dat de eerste optie beperkt helpt, omdat een deel van de verkeersstromen mee zal schuiven wanneer er turbines aan de buitenkant van het park worden weggehaald. Deze maatregel geldt ook minder voor niet-routegebonden schepen die vlak langs het park zullen blijven varen.

Voor de tweede optie zal niet zo gauw gekozen worden omdat men internationaal het aantal verplichte verkeersstelsels zo klein mogelijk wil houden. Er moet dus een goede reden zijn om ergens een stelsel in te voeren om het bij de IMO te kunnen verantwoorden. Het instellen van een verplicht stelsel nabij een windpark lijkt daarom geen reële optie.

6 CONCLUSIES

Tabel 6-1 is het meest illustratief voor de keuze van de variant. De verschillen worden voornamelijk bepaald door het aantal turbines en de gebruikte fundatie, waarbij het gebruik van de jacket fundatie het minst gunstig is. De variant TB_varC_G, de ruime opstelling van 5 MW windturbines op gravity based fundatie, is het meest gunstig. Om een zo hoog mogelijk rendement per oppervlakte eenheid te behalen is een inrichting met zoveel mogelijk 5 MW turbines het meest aantrekkelijk.
Bij de keuze van zoveel mogelijk 5 MW turbines in Tromp Binnen of een andere locatie moet de absolute veiligheid of de veiligheid per MWh voor Tromp Binnen vergeleken worden met die van andere locaties (met behulp van Tabel 6-2).

Inrichtingsvariant **Tromp Binnen**	Opper -vlakte [km^2]	Energie opbrengst [MWh/jaar]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	34.48	701	56	0.004593	0.00584	0.015969	0.001700	0.028102
TB_varB	35.00	1078	89	0.006834	0.008326	0.024886	0.002632	0.042678
TB_varC_G	34.68	851	48	0.004110	0.005386	0.013915	0.001507	0.024918
TB_varC_J	34.68	851	48	0.005399	0.012099	0.014360	0.001834	0.033692
TB_varD_G	34.74	1032	59	0.004931	0.006521	0.016897	0.001832	0.030181
TB_varD_J	34.74	1032	59	0.006508	0.014795	0.017444	0.002237	0.040984

Tabel 6-1 ***Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten***

Inrichtingsvariant **Tromp Binnen**	Opper -vlakte [km^2]	Energie opbrengst [GWh/jaar]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per MWh		Totaal per MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	34.48	701	56	6.55E-09	8.33E-09	2.28E-08	2.43E-09	4.01E-08
TB_varB	35.00	1078	89	6.34E-09	7.72E-09	2.31E-08	2.44E-09	3.96E-08
TB_varC_G	34.68	851	48	4.83E-09	6.33E-09	1.64E-08	1.77E-09	2.93E-08
TB_varC_J	34.68	851	48	6.34E-09	1.42E-08	1.69E-08	2.16E-09	3.96E-08
TB_varD_G	34.74	1032	59	4.78E-09	6.32E-09	1.64E-08	1.78E-09	2.92E-08
TB_varD_J	34.74	1032	59	6.31E-09	1.43E-08	1.69E-08	2.17E-09	3.97E-08

Tabel 6-2 ***Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per MWh energieopbrengst voor de beschouwde inrichtingsvarianten***

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico, zowel het individueel als het groepsrisico, voldaan.

Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.28% voor de variant A. Voor variant B is deze toename 0.44%.

De sleepboot De Waker kan een deel van de aandrijvingen voorkomen. Voor de huidige locatie op zee van De Waker nabij het Texel-verkeersscheidingsstelsel bij windkracht vanaf 5 Bft kan ongeveer 70% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen.

De gemodelleerde uitstroom van olie is een worst case benadering. Doordat het percentage tankers met een dubbele huid toeneemt, zal de kans op een uitstroom van olie na een aandrijving met een windturbine afnemen.

REFERENTIES

[1] C. van der Tak, J.H. de Jong
Safety Management Assessment Ranking Tool (SMART)
8th International Symposium on Vessel Traffic Services 1996

[2] W.E. Walker, M. Pöyhönen, C. van der Tak, J.H. de Jong
POLSSS - Policy for Sea Shipping Safety, Executive Summary
RAND Europe and MARIN, December 1998

[3] J. Barentse
Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie
Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000

[4] C. van der Tak
Effecten van ruimteclaims in de Noordzee op de scheepvaart
MARIN, nr 16498.620/2, november 2001

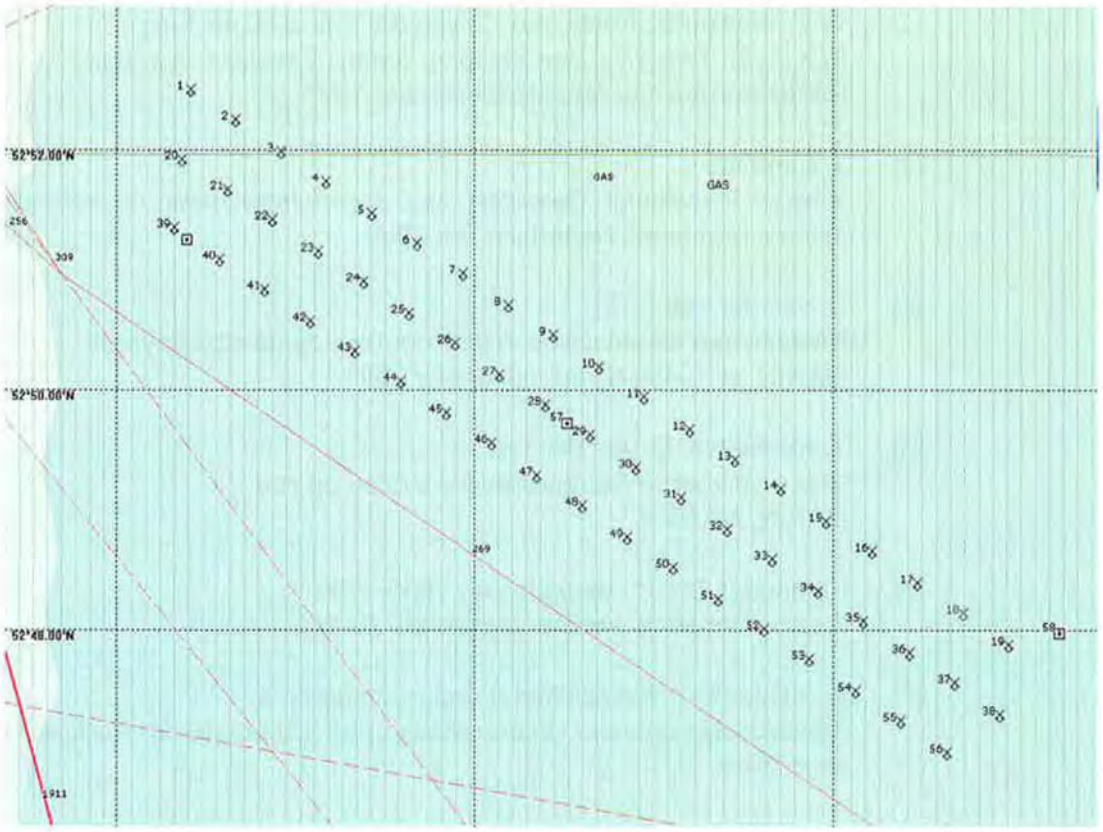
[5] Y. Koldenhof, C. van der Tak
Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee
MARIN, juli 2004

[6] Kamerstuk 24611; vergaderjaar 1995-1996
Risico-normering vervoer gevaarlijke stoffen

[7] Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Abschlussberichts der Unterarbeitsgruppe "Parameter für Risikoanalysen"
BSH 2005

APPENDIX A1:

Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varA, 56 turbines van 3.6 MW



Figuur A1-1 Windpark Tromp Binnen, variant TB_varA, 56 windturbines van 3.6 MW

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.TB_varA	5252.5	326.0	0.000095	0.000191	0.000306	0.000035	0.000627	1596
002.TB_varA	5252.2	326.6	0.000061	0.000180	0.000289	0.000035	0.000564	1772
003.TB_varA	5252.0	327.3	0.000044	0.000173	0.000275	0.000034	0.000526	1900
004.TB_varA	5251.7	328.0	0.000034	0.000163	0.000265	0.000033	0.000495	2021
005.TB_varA	5251.5	328.6	0.000028	0.000156	0.000256	0.000033	0.000473	2113
006.TB_varA	5251.2	329.2	0.000025	0.000141	0.000249	0.000031	0.000447	2239
007.TB_varA	5251.0	329.8	0.000023	0.000126	0.000244	0.000030	0.000423	2365
008.TB_varA	5250.7	330.5	0.000021	0.000099	0.000241	0.000029	0.000391	2559
009.TB_varA	5250.4	331.1	0.000020	0.000078	0.000240	0.000028	0.000366	2731
010.TB_varA	5250.2	331.7	0.000020	0.000075	0.000239	0.000027	0.000362	2761
011.TB_varA	5249.9	332.4	0.000020	0.000082	0.000241	0.000027	0.000370	2706
012.TB_varA	5249.7	333.0	0.000018	0.000087	0.000241	0.000027	0.000374	2673
013.TB_varA	5249.4	333.7	0.000019	0.000085	0.000243	0.000028	0.000374	2670
014.TB_varA	5249.2	334.3	0.000019	0.000084	0.000245	0.000027	0.000376	2656
015.TB_varA	5248.9	334.9	0.000020	0.000079	0.000249	0.000027	0.000374	2673
016.TB_varA	5248.6	335.5	0.000026	0.000074	0.000255	0.000028	0.000382	2616
017.TB_varA	5248.4	336.2	0.000039	0.000069	0.000263	0.000027	0.000398	2510
018.TB_varA	5248.1	336.8	0.000061	0.000064	0.000275	0.000027	0.000427	2341
019.TB_varA	5247.9	337.4	0.000095	0.000062	0.000290	0.000027	0.000475	2104
020.TB_varA	5251.9	325.9	0.000163	0.000188	0.000317	0.000034	0.000702	1425
021.TB_varA	5251.7	326.6	0.000077	0.000050	0.000295	0.000030	0.000453	2208
022.TB_varA	5251.4	327.2	0.000051	0.000033	0.000281	0.000029	0.000393	2544
023.TB_varA	5251.1	327.8	0.000038	0.000031	0.000270	0.000028	0.000367	2724
024.TB_varA	5250.9	328.4	0.000031	0.000029	0.000261	0.000028	0.000349	2863
025.TB_varA	5250.6	329.1	0.000027	0.000026	0.000256	0.000027	0.000336	2975
026.TB_varA	5250.4	329.7	0.000025	0.000021	0.000251	0.000027	0.000323	3097
027.TB_varA	5250.1	330.4	0.000023	0.000019	0.000248	0.000026	0.000316	3165
028.TB_varA	5249.9	331.0	0.000021	0.000020	0.000247	0.000026	0.000314	3186
029.TB_varA	5249.6	331.6	0.000020	0.000022	0.000248	0.000026	0.000315	3172
030.TB_varA	5249.3	332.3	0.000020	0.000025	0.000248	0.000026	0.000318	3142
031.TB_varA	5249.1	332.9	0.000020	0.000028	0.000249	0.000026	0.000323	3092
032.TB_varA	5248.8	333.5	0.000021	0.000031	0.000250	0.000026	0.000327	3056
033.TB_varA	5248.6	334.1	0.000022	0.000030	0.000253	0.000025	0.000331	3017
034.TB_varA	5248.3	334.8	0.000027	0.000031	0.000258	0.000025	0.000342	2928
035.TB_varA	5248.1	335.4	0.000036	0.000031	0.000266	0.000026	0.000359	2785
036.TB_varA	5247.8	336.1	0.000050	0.000031	0.000276	0.000026	0.000382	2616
037.TB_varA	5247.5	336.7	0.000081	0.000042	0.000291	0.000027	0.000440	2274
038.TB_varA	5247.3	337.3	0.000257	0.000168	0.000320	0.000029	0.000774	1293
039.TB_varA	5251.3	325.8	0.000250	0.000191	0.000327	0.000033	0.000801	1248
040.TB_varA	5251.1	326.5	0.000187	0.000180	0.000308	0.000033	0.000708	1412
041.TB_varA	5250.8	327.1	0.000155	0.000168	0.000295	0.000032	0.000650	1538
042.TB_varA	5250.6	327.7	0.000123	0.000141	0.000284	0.000030	0.000578	1729
043.TB_varA	5250.3	328.3	0.000112	0.000103	0.000277	0.000029	0.000521	1920
044.TB_varA	5250.1	329.0	0.000108	0.000076	0.000271	0.000028	0.000483	2070
045.TB_varA	5249.8	329.6	0.000100	0.000060	0.000267	0.000027	0.000454	2205
046.TB_varA	5249.5	330.2	0.000097	0.000061	0.000264	0.000026	0.000448	2233
047.TB_varA	5249.3	330.9	0.000095	0.000086	0.000263	0.000027	0.000470	2127
048.TB_varA	5249.0	331.5	0.000093	0.000113	0.000262	0.000027	0.000496	2018
049.TB_varA	5248.8	332.2	0.000092	0.000144	0.000263	0.000028	0.000527	1897
050.TB_varA	5248.5	332.8	0.000093	0.000167	0.000263	0.000029	0.000552	1811
051.TB_varA	5248.3	333.4	0.000094	0.000170	0.000267	0.000029	0.000560	1785
052.TB_varA	5248.0	334.0	0.000099	0.000169	0.000271	0.000029	0.000569	1759
053.TB_varA	5247.7	334.7	0.000116	0.000173	0.000279	0.000029	0.000597	1676
054.TB_varA	5247.5	335.3	0.000152	0.000173	0.000290	0.000029	0.000644	1552
055.TB_varA	5247.2	335.9	0.000209	0.000170	0.000305	0.000029	0.000714	1401
056.TB_varA	5247.0	336.5	0.000282	0.000171	0.000324	0.000029	0.000807	1240
OHVS1.TB_varA	5249.7	331.3	0.000034	0.000092	0.000276	0.000039	0.000441	2267
MastO.TB_varA	5248.0	338.2	0.000185	0.000131	0.000300	0.000028	0.000644	1553
MastW.TB_varA	5251.3	326.0	0.000223	0.000177	0.000320	0.000033	0.000754	1327

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Totaal per jaar			0.004599	0.005841	0.015967	0.001701	0.028108	36
Dit is eens in .. jaar			217	171	63	588	36	

Tabel A1-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varA

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.004593	218	0.015969	63	0.020562	49
Niet-routegebonden	0.005840	171	0.001701	588	0.007541	133
Totaal	0.010433	96	0.017670	57	0.028103	36

Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varA

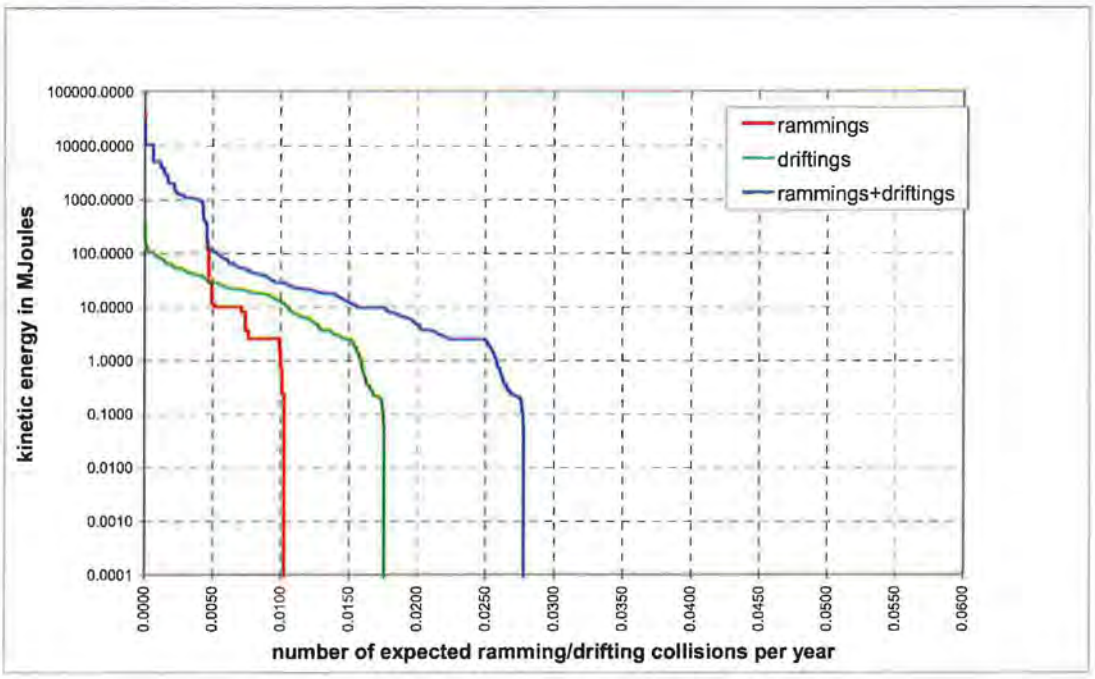
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[4]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000093	0.003054	0.000845	0.003992
Chemicaliën tanker	0.000117	0.003463	0.001171	0.004751
Gastanker	0.000003	0.000228	0.000027	0.000258
Container+ RoRo	0.000154	0.003746	0.001412	0.005312
Ferry	0.000017	0.000102	0.000161	0.000280
Overige R-schepen	0.000059	0.005170	0.000746	0.005975
N-schepen	0.000004	0.000011	0.007527	0.007542
Totaal	0.000447	0.015774	0.011889	0.028110

Tabel A1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.000525	0.000000	0.005196	0.000798	0.001690	0.000798	0.007411	0.008209	122
Scheef	0.000000	0.000052	0.000003	0.000000	0.005010	0.000011	0.005013	0.000063	0.005076	197
Omvallen	0.000414	0.000006	0.003738	0.000057	0.010159	0.000000	0.014311	0.000063	0.014374	70
GosMos[1]	0.000046	0.000001	0.000398	0.000003	0.000000	0.000000	0.000444	0.000004	0.000448	2233
Totaal	0.000460	0.000584	0.004139	0.005256	0.015967	0.001701	0.020566	0.007541	0.028107	36

Tabel A1-4 Schade aan het totale windpark

[4] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A1-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	1.8%	1.8%	0.5%	6.0%	6.5%	0.5%	7.8%	8.3%
1-3	0.0%	8.3%	8.3%	6.4%	0.1%	6.4%	6.4%	8.3%	14.7%
3-5	0.0%	0.9%	0.9%	5.7%	0.0%	5.7%	5.7%	0.9%	6.6%
5-10	0.0%	8.0%	8.0%	7.0%	0.0%	7.0%	7.0%	8.0%	15.1%
10-15	0.0%	0.7%	0.7%	4.2%	0.0%	4.2%	4.2%	0.7%	5.0%
15-50	0.0%	0.9%	0.9%	22.9%	0.0%	22.9%	22.9%	0.9%	23.8%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	7.9%	0.0%	7.9%	8.0%	0.0%	8.0%
100-200	0.1%	0.2%	0.4%	2.1%	0.0%	2.1%	2.2%	0.2%	2.4%
>200	16.2%	0.0%	16.2%	0.0%	0.0%	0.0%	16.2%	0.0%	16.2%
Totaal	16.3%	20.8%	37.1%	56.8%	6.0%	62.9%	73.2%	26.8%	100.0%

Tabel A1-5 ***Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varA		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000003	333759	0.000
20-150	0.000209	4796	0.017
150-750	0.000441	2269	0.173
750-3000	0.000180	5556	0.270
3000-10000	0.000001	1424823	0.003
Totaal	0.000833	1201	0.463

Tabel A1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varA		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000022	45032	0.011
750-3000	0.000169	5933	0.413
3000-10000	0.000396	2524	2.205
10000-30000	0.000009	117630	0.122
30000-100000	0.000000	10247963	0.003
Totaal	0.000596	1679	2.754

Tabel A1-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Windpark Tromp Binnen, variant TB_varA	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.000833	1201	0.463	0.000596	1679	2.754	700

Tabel A1-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologische risico	0.000052
Gering ecologisch risico	0.000017
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000142
Totaal	0.000210
Eens in de ... jaar	4761

Tabel A1-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000009	0.000084	10758	0.95	0.000088	
Chemicaliën tanker	0.000013	0.000104	8559	1.09	0.000127	8559
Gastanker	0.000000	0.000003	333333	1.22	0.000004	333333
Container + RoRo	0.000016	0.000139	6484	4.12	0.000636	
Ferry	0.000002	0.000016	57290	38.60	0.000674	57290
Overige R-schepen	0.000006	0.000053	16862	0.76	0.000045	
N-schepen	0.000001	0.000003		0.00	0.000001	
Totaal	0.000047	0.000401	2235	3.52	0.001574	7284

Tabel A1-10 ***Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varA	56	202	0.0046	0.0058	0.0160	0.0017	0.0281	0.0014	0.0071
2	Den Helder II	237	711	0.0094	0.0032	0.0574	0.0049	0.0749	0.0051	0.0071
3	Tromp Oost	185	555	0.0132	0.0129	0.0503	0.0048	0.0812	0.0045	0.0081

Tabel A1-11 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varA	56	202	0.0046	0.0058	0.0160	0.0017	0.0281	0.0014	0.0071
TB_varA + Den Helder II	293	913	0.0140	0.0090	0.0734	0.0066	0.1030	0.0065	0.0071
TB_varA + Den Helder II + Tromp Oost	478	1468	0.0272	0.0219	0.1237	0.0114	0.1842	0.0110	0.0075
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0185	0.0149	0.0843	0.0078	0.1255	0.0075	0.0075

Tabel A1-12 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varA	56	202	217.7	171.2	62.6	588.2	35.6	699.8	141.1
TB_varA + Den Helder II	293	913	71.6	110.7	13.6	152.1	9.7	153.6	140.2
TB_varA + Den Helder II + Tromp Oost	478	1468	36.8	45.7	8.1	87.7	5.4	91.0	133.6
Gemiddeld per 1000 MW		1000	54.0	67.0	11.9	128.7	8.0	133.6	133.6

Tabel A1-13 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varA	56	202	0.0046	0.0058	0.0160	0.0017	0.0281	0.0014	0.0071
2	Den Helder II	142	710	0.0056	0.0019	0.0344	0.0029	0.0449	0.0030	0.0043
3	Tromp Oost	111	555	0.0079	0.0077	0.0302	0.0029	0.0487	0.0027	0.0048

Tabel A1-14 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varA	56	202	0.0046	0.0058	0.0160	0.0017	0.0281	0.0014	0.0071
TB_varA + Den Helder II	198	912	0.0102	0.0078	0.0504	0.0046	0.0730	0.0045	0.0049
TB_varA + Den Helder II + Tromp Oost	309	1467	0.0181	0.0155	0.0806	0.0075	0.1217	0.0072	0.0049
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0124	0.0105	0.0549	0.0051	0.0830	0.0049	0.0049

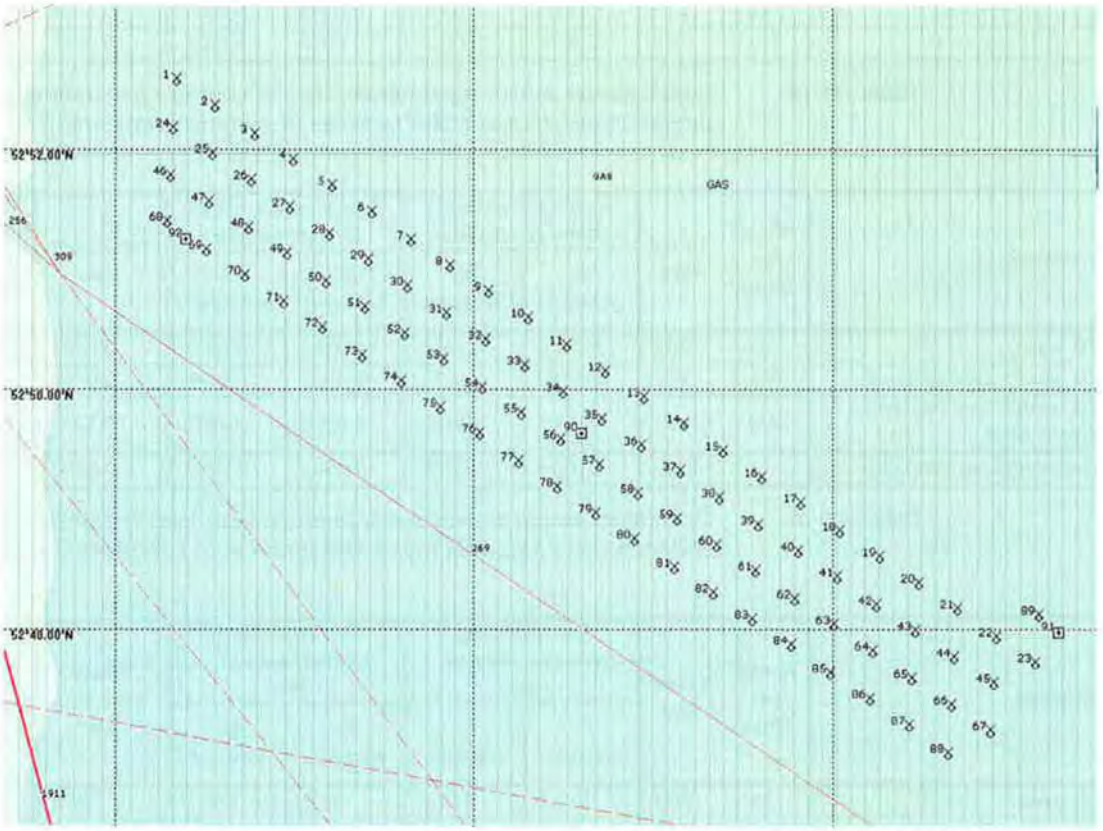
Tabel A1-15 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varA	56	202	217.7	171.2	62.6	588.2	35.6	699.8	141.1
TB_varA + Den Helder II	198	912	98.0	129.0	19.9	216.4	13.7	223.6	203.8
TB_varA + Den Helder II + Tromp Oost	309	1467	55.1	64.7	12.4	133.0	8.2	139.7	204.8
Gemiddeld per 1000 MW		1000	80.8	94.8	18.2	195.1	12.1	204.8	204.8

Tabel A1-16 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

APPENDIX A2:

Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varB, 89 turbines van 3.6 MW



Figuur A2-1 Windpark Tromp Binnen, variant TB_varB, 89 turbines van 3.6 MW

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.TB_varB	5252.6	325.9	0.000109	0.000190	0.000311	0.000034	0.000645	1551
002.TB_varB	5252.4	326.4	0.000072	0.000181	0.000295	0.000034	0.000583	1716
003.TB_varB	5252.1	326.9	0.000052	0.000174	0.000283	0.000035	0.000543	1840
004.TB_varB	5251.9	327.5	0.000040	0.000166	0.000272	0.000034	0.000512	1951
005.TB_varB	5251.7	328.0	0.000032	0.000159	0.000263	0.000033	0.000488	2051
006.TB_varB	5251.5	328.6	0.000028	0.000153	0.000256	0.000033	0.000470	2127
007.TB_varB	5251.2	329.1	0.000025	0.000136	0.000250	0.000031	0.000442	2260
008.TB_varB	5251.0	329.6	0.000023	0.000126	0.000245	0.000031	0.000425	2355
009.TB_varB	5250.8	330.2	0.000021	0.000110	0.000242	0.000029	0.000402	2489
010.TB_varB	5250.6	330.8	0.000020	0.000087	0.000240	0.000028	0.000376	2663
011.TB_varB	5250.4	331.3	0.000020	0.000074	0.000239	0.000028	0.000361	2772
012.TB_varB	5250.1	331.9	0.000020	0.000074	0.000240	0.000027	0.000360	2774
013.TB_varB	5249.9	332.4	0.000019	0.000079	0.000241	0.000027	0.000366	2729
014.TB_varB	5249.7	332.9	0.000018	0.000085	0.000242	0.000027	0.000372	2691
015.TB_varB	5249.5	333.5	0.000018	0.000083	0.000242	0.000027	0.000371	2698
016.TB_varB	5249.3	334.0	0.000018	0.000082	0.000244	0.000027	0.000371	2699
017.TB_varB	5249.0	334.6	0.000019	0.000078	0.000246	0.000027	0.000370	2701
018.TB_varB	5248.8	335.1	0.000022	0.000073	0.000250	0.000028	0.000373	2681
019.TB_varB	5248.6	335.6	0.000028	0.000069	0.000256	0.000028	0.000380	2630
020.TB_varB	5248.4	336.2	0.000039	0.000066	0.000263	0.000027	0.000395	2535
021.TB_varB	5248.1	336.7	0.000056	0.000061	0.000273	0.000027	0.000417	2398
022.TB_varB	5247.9	337.3	0.000080	0.000054	0.000286	0.000027	0.000446	2241
023.TB_varB	5247.7	337.8	0.000203	0.000148	0.000307	0.000028	0.000686	1458
024.TB_varB	5252.2	325.8	0.000150	0.000193	0.000318	0.000034	0.000695	1439
025.TB_varB	5252.0	326.3	0.000081	0.000064	0.000300	0.000032	0.000477	2099
026.TB_varB	5251.7	326.9	0.000059	0.000056	0.000286	0.000030	0.000431	2321
027.TB_varB	5251.5	327.4	0.000044	0.000052	0.000276	0.000030	0.000402	2490
028.TB_varB	5251.3	328.0	0.000037	0.000048	0.000267	0.000030	0.000382	2616
029.TB_varB	5251.1	328.6	0.000031	0.000043	0.000259	0.000029	0.000362	2762
030.TB_varB	5250.9	329.1	0.000027	0.000038	0.000254	0.000028	0.000347	2879
031.TB_varB	5250.6	329.6	0.000024	0.000033	0.000250	0.000027	0.000334	2990
032.TB_varB	5250.4	330.2	0.000023	0.000025	0.000247	0.000027	0.000321	3112
033.TB_varB	5250.2	330.7	0.000021	0.000022	0.000246	0.000026	0.000315	3171
034.TB_varB	5250.0	331.3	0.000020	0.000022	0.000245	0.000026	0.000312	3201
035.TB_varB	5249.7	331.8	0.000019	0.000023	0.000246	0.000026	0.000313	3191
036.TB_varB	5249.5	332.3	0.000018	0.000024	0.000247	0.000026	0.000315	3176
037.TB_varB	5249.3	332.9	0.000018	0.000025	0.000246	0.000026	0.000315	3177
038.TB_varB	5249.1	333.4	0.000018	0.000025	0.000247	0.000026	0.000316	3167
039.TB_varB	5248.9	334.0	0.000017	0.000023	0.000249	0.000025	0.000315	3174
040.TB_varB	5248.6	334.5	0.000020	0.000022	0.000252	0.000025	0.000318	3141
041.TB_varB	5248.4	335.0	0.000024	0.000021	0.000257	0.000026	0.000327	3062
042.TB_varB	5248.2	335.6	0.000029	0.000019	0.000262	0.000025	0.000336	2978
043.TB_varB	5248.0	336.1	0.000037	0.000018	0.000270	0.000025	0.000350	2856
044.TB_varB	5247.8	336.7	0.000053	0.000023	0.000282	0.000025	0.000383	2613
045.TB_varB	5247.5	337.2	0.000137	0.000087	0.000302	0.000028	0.000554	1803
046.TB_varB	5251.8	325.7	0.000204	0.000191	0.000324	0.000034	0.000752	1329
047.TB_varB	5251.6	326.3	0.000101	0.000063	0.000302	0.000031	0.000497	2010
048.TB_varB	5251.3	326.9	0.000078	0.000061	0.000289	0.000030	0.000459	2181
049.TB_varB	5251.1	327.4	0.000063	0.000058	0.000279	0.000029	0.000429	2330
050.TB_varB	5250.9	328.0	0.000050	0.000054	0.000270	0.000029	0.000402	2485
051.TB_varB	5250.7	328.5	0.000044	0.000048	0.000265	0.000028	0.000385	2597
052.TB_varB	5250.5	329.0	0.000040	0.000043	0.000259	0.000028	0.000370	2703
053.TB_varB	5250.2	329.6	0.000038	0.000031	0.000255	0.000027	0.000352	2844
054.TB_varB	5250.0	330.1	0.000035	0.000029	0.000253	0.000026	0.000344	2904
055.TB_varB	5249.8	330.7	0.000034	0.000031	0.000253	0.000026	0.000344	2908
056.TB_varB	5249.6	331.2	0.000032	0.000036	0.000252	0.000026	0.000346	2892
057.TB_varB	5249.4	331.7	0.000031	0.000041	0.000253	0.000026	0.000351	2851
058.TB_varB	5249.1	332.3	0.000033	0.000046	0.000252	0.000026	0.000358	2796
059.TB_varB	5248.9	332.8	0.000032	0.000052	0.000252	0.000027	0.000363	2757

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
060.TB_varB	5248.7	333.4	0.000034	0.000055	0.000254	0.000027	0.000370	2706
061.TB_varB	5248.5	333.9	0.000034	0.000057	0.000257	0.000027	0.000375	2670
062.TB_varB	5248.2	334.4	0.000038	0.000057	0.000261	0.000027	0.000383	2608
063.TB_varB	5248.0	335.0	0.000047	0.000057	0.000267	0.000027	0.000397	2516
064.TB_varB	5247.8	335.6	0.000064	0.000057	0.000275	0.000027	0.000422	2367
065.TB_varB	5247.6	336.1	0.000080	0.000057	0.000285	0.000027	0.000449	2229
066.TB_varB	5247.4	336.7	0.000105	0.000056	0.000298	0.000027	0.000485	2061
067.TB_varB	5247.1	337.2	0.000285	0.000169	0.000326	0.000029	0.000809	1236
068.TB_varB	5251.4	325.7	0.000258	0.000190	0.000329	0.000033	0.000810	1234
069.TB_varB	5251.2	326.3	0.000204	0.000186	0.000313	0.000033	0.000736	1358
070.TB_varB	5250.9	326.8	0.000158	0.000175	0.000301	0.000032	0.000666	1502
071.TB_varB	5250.7	327.4	0.000135	0.000164	0.000289	0.000031	0.000620	1613
072.TB_varB	5250.5	327.9	0.000117	0.000129	0.000282	0.000030	0.000558	1793
073.TB_varB	5250.3	328.4	0.000110	0.000102	0.000276	0.000029	0.000516	1937
074.TB_varB	5250.1	329.0	0.000108	0.000078	0.000270	0.000028	0.000483	2069
075.TB_varB	5249.8	329.5	0.000102	0.000063	0.000267	0.000027	0.000460	2175
076.TB_varB	5249.6	330.1	0.000098	0.000062	0.000265	0.000027	0.000451	2217
077.TB_varB	5249.4	330.6	0.000096	0.000071	0.000263	0.000026	0.000457	2190
078.TB_varB	5249.2	331.1	0.000095	0.000097	0.000263	0.000027	0.000481	2078
079.TB_varB	5249.0	331.7	0.000093	0.000123	0.000263	0.000028	0.000507	1972
080.TB_varB	5248.7	332.3	0.000092	0.000152	0.000262	0.000028	0.000535	1871
081.TB_varB	5248.5	332.8	0.000092	0.000167	0.000263	0.000029	0.000552	1813
082.TB_varB	5248.3	333.4	0.000097	0.000170	0.000266	0.000029	0.000563	1777
083.TB_varB	5248.1	333.9	0.000097	0.000171	0.000270	0.000029	0.000568	1762
084.TB_varB	5247.9	334.4	0.000106	0.000173	0.000276	0.000029	0.000584	1713
085.TB_varB	5247.6	335.0	0.000127	0.000173	0.000282	0.000029	0.000612	1635
086.TB_varB	5247.4	335.5	0.000165	0.000173	0.000295	0.000029	0.000663	1509
087.TB_varB	5247.2	336.1	0.000225	0.000170	0.000308	0.000030	0.000733	1364
088.TB_varB	5247.0	336.6	0.000283	0.000173	0.000324	0.000029	0.000810	1235
089.TB_varB	5248.1	337.9	0.000146	0.000149	0.000290	0.000028	0.000614	1629
OHVS1.TB_varB	5249.6	331.5	0.000035	0.000146	0.000277	0.000039	0.000497	2012
MastO.TB_varB	5248.0	338.2	0.000185	0.000131	0.000300	0.000028	0.000644	1553
MastW.TB_varB	5251.3	326.0	0.000223	0.000177	0.000320	0.000033	0.000754	1327
Totaal per jaar			0.006840	0.008325	0.024889	0.002634	0.042688	23
Dit is eens in .. jaar			146	120	40	380	23	

Tabel A2-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varB

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.006834	146	0.024886	40	0.031720	32
Niet-routegebonden	0.008325	120	0.002633	380	0.010958	91
Totaal	0.015159	66	0.027519	36	0.042678	23

Tabel A2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varB

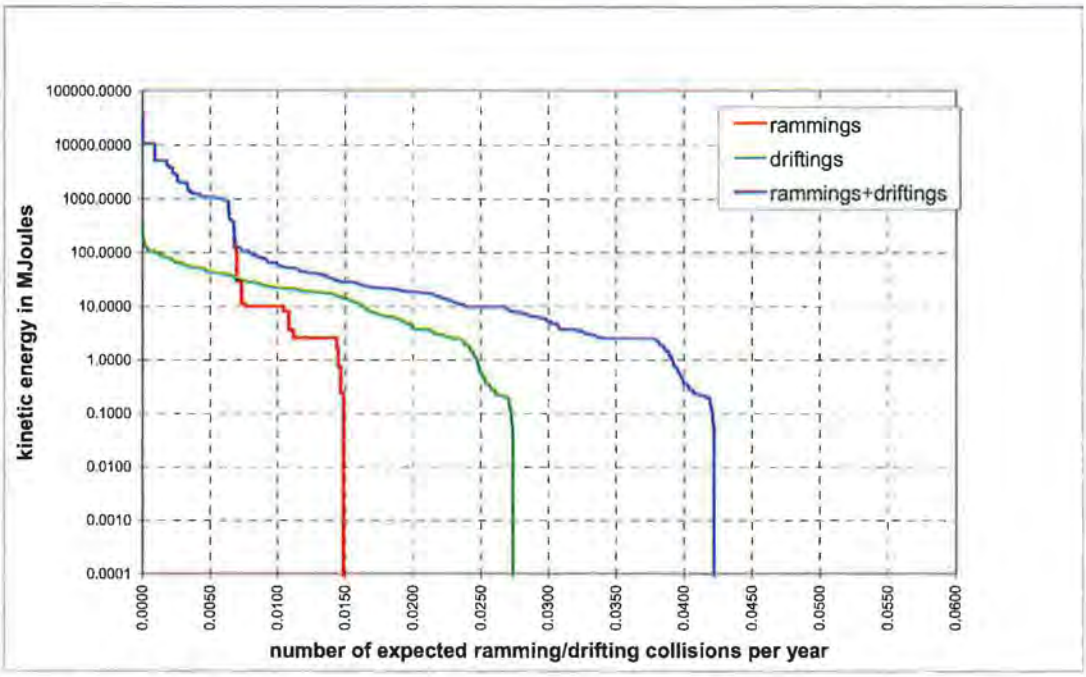
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[5]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000135	0.004744	0.001227	0.006106
Chemicaliën tanker	0.000167	0.005376	0.001664	0.007207
Gastanker	0.000004	0.000355	0.000039	0.000398
Container+ RoRo	0.000242	0.005847	0.002223	0.008312
Ferry	0.000026	0.000157	0.000238	0.000421
Overige R-schepen	0.000087	0.008086	0.001109	0.009282
N-schepen	0.000006	0.000017	0.010936	0.010959
Totaal	0.000666	0.024582	0.017437	0.042685

Tabel A2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.000748	0.000000	0.007402	0.001248	0.002616	0.001248	0.010766	0.012014	83
Scheef	0.000000	0.000074	0.000005	0.000000	0.007828	0.000017	0.007833	0.000091	0.007924	126
Omvallen	0.000616	0.000009	0.005559	0.000086	0.015813	0.000000	0.021987	0.000095	0.022083	45
GosMos[1]	0.000068	0.000001	0.000593	0.000005	0.000000	0.000000	0.000661	0.000006	0.000667	1500
Totaal	0.000684	0.000833	0.006156	0.007493	0.024889	0.002633	0.031729	0.010958	0.042687	23

Tabel A2-4 Schade aan het totale windpark

[5] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A2-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	1.7%	1.7%	0.5%	6.1%	6.6%	0.5%	7.8%	8.3%
1-3	0.0%	7.7%	7.7%	6.6%	0.1%	6.6%	6.6%	7.8%	14.3%
3-5	0.0%	0.8%	0.8%	5.9%	0.0%	5.9%	5.9%	0.8%	6.7%
5-10	0.0%	7.6%	7.6%	7.2%	0.0%	7.2%	7.2%	7.6%	14.8%
10-15	0.0%	0.7%	0.7%	4.3%	0.0%	4.3%	4.3%	0.7%	5.0%
15-50	0.0%	0.8%	0.8%	23.5%	0.0%	23.5%	23.5%	0.8%	24.3%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	8.1%	0.0%	8.1%	8.2%	0.0%	8.2%
100-200	0.1%	0.2%	0.4%	2.1%	0.0%	2.1%	2.3%	0.2%	2.5%
>200	15.8%	0.0%	15.8%	0.0%	0.0%	0.0%	15.8%	0.0%	15.8%
Totaal	16.0%	19.5%	35.5%	58.3%	6.2%	64.5%	74.3%	25.7%	100.0%

Tabel A2-5 ***Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varB		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000005	213707	0.000
20-150	0.000325	3075	0.027
150-750	0.000687	1455	0.270
750-3000	0.000280	3566	0.421
3000-10000	0.000001	916761	0.004
Totaal	0.001299	770	0.721

Tabel A2-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varB		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000035	28894	0.017
750-3000	0.000262	3823	0.640
3000-10000	0.000616	1624	3.428
10000-30000	0.000013	75654	0.189
30000-100000	0.000000	6594410	0.005
Totaal	0.000925	1081	4.280

Tabel A2-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Windpark Tromp Binnen, variant TB_varB	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.001299	770	0.721	0.000925	1081	4.280	450

Tabel A2-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologische risico	0.000081
Gering ecologisch risico	0.000026
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000220
Totaal	0.000326
Eens in de ... jaar	3065

Tabel A2-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000014	0.000121	7417	0.95	0.000128	
Chemicaliën tanker	0.000018	0.000148	6005	1.08	0.000181	6005
Gastanker	0.000000	0.000004	232558	1.22	0.000005	232558
Container + RoRo	0.000025	0.000218	4124	4.14	0.001003	
Ferry	0.000003	0.000023	39131	38.56	0.000985	39131
Overige R-schepen	0.000009	0.000078	11478	0.76	0.000066	
N-schepen	0.000001	0.000005		0.00	0.000001	
Totaal	0.000069	0.000597	1501	3.55	0.002369	5092

Tabel A2-10 ***Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varB	89	320	0.0068	0.0083	0.0249	0.0026	0.0427	0.0022	0.0069
2	Den Helder II	237	711	0.0094	0.0032	0.0574	0.0049	0.0749	0.0051	0.0071
3	Tromp Oost	185	555	0.0132	0.0129	0.0503	0.0048	0.0812	0.0045	0.0081

Tabel A2-11 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varB	89	320	0.0068	0.0083	0.0249	0.0026	0.0427	0.0022	0.0069
TB_varB + Den Helder II	326	1031	0.0162	0.0115	0.0823	0.0075	0.1175	0.0073	0.0071
TB_varB + Den Helder II + Tromp Oost	511	1586	0.0294	0.0244	0.1326	0.0123	0.1988	0.0118	0.0074
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0186	0.0154	0.0836	0.0078	0.1253	0.0074	0.0074

Tabel A2-12 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varB	89	320	146.3	120.1	40.2	379.9	23.4	449.6	144.1
TB_varB + Den Helder II	326	1031	61.7	86.8	12.1	133.2	8.5	136.9	141.2
TB_varB + Den Helder II + Tromp Oost	511	1586	34.0	41.0	7.5	81.1	5.0	84.9	134.6
Gemiddeld per 1000 MW		1000	53.9	65.1	12.0	128.6	8.0	134.6	134.6

Tabel A2-13 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varB	89	320	0.0068	0.0083	0.0249	0.0026	0.0427	0.0022	0.0069
2	Den Helder II	142	710	0.0056	0.0019	0.0344	0.0029	0.0449	0.0030	0.0043
3	Tromp Oost	111	555	0.0079	0.0077	0.0302	0.0029	0.0487	0.0027	0.0048

Tabel A2-14 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varB	89	320	0.0068	0.0083	0.0249	0.0026	0.0427	0.0022	0.0069
TB_varB + Den Helder II	231	1030	0.0124	0.0102	0.0593	0.0056	0.0875	0.0053	0.0051
TB_varB + Den Helder II + Tromp Oost	342	1585	0.0204	0.0180	0.0895	0.0084	0.1363	0.0080	0.0050
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0129	0.0113	0.0564	0.0053	0.0860	0.0050	0.0050

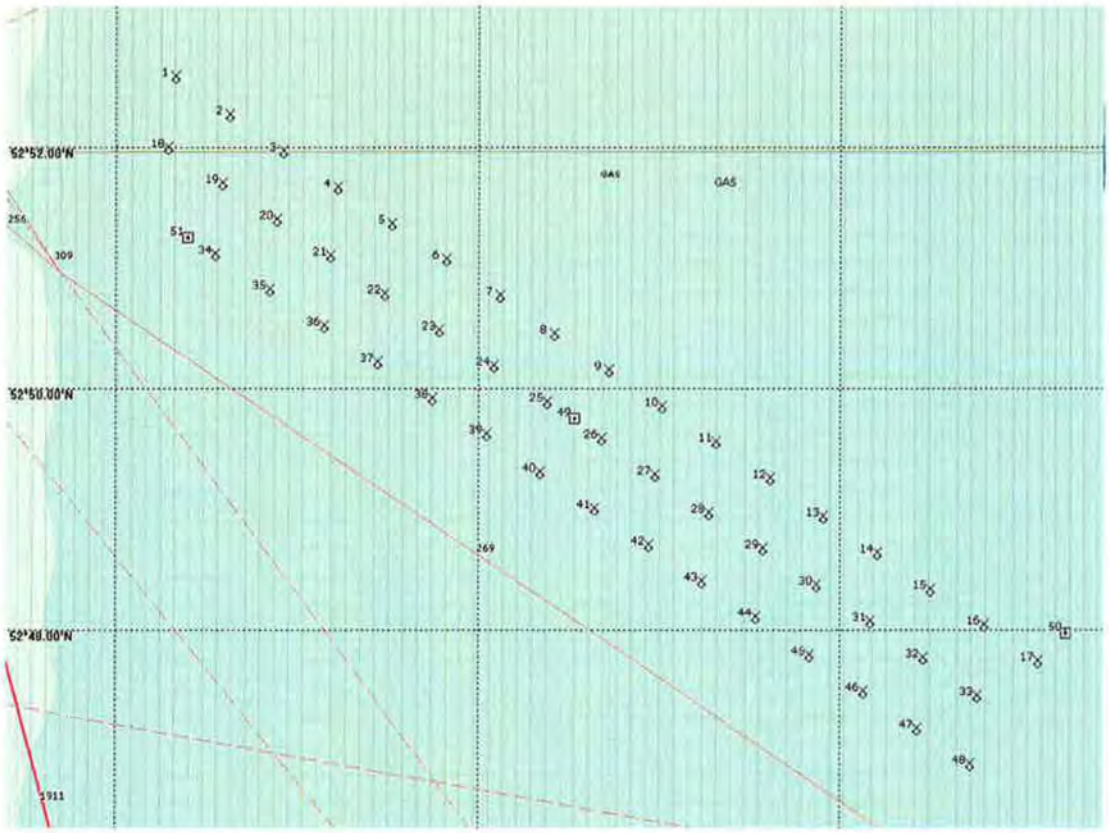
Tabel A2-15 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varB	89	320	146.3	120.1	40.2	379.9	23.4	449.6	144.1
TB_varB + Den Helder II	231	1030	80.3	97.6	16.9	180.1	11.4	189.8	195.6
TB_varB + Den Helder II + Tromp Oost	342	1585	49.0	55.7	11.2	118.4	7.3	125.7	199.3
Gemiddeld per 1000 MW		1000	77.8	88.3	17.7	187.6	11.6	199.3	199.3

Tabel A2-16 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

APPENDIX A3:

Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_G, 48 turbines van 5 MW op gravity based fundatie



Figuur A3-1 *Windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_G, 48 turbines van 5 MW op gravity based fundatie*

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.TB_varC_G	5252.6	325.8	0.000117	0.000207	0.000315	0.000035	0.000674	1484
002.TB_varC_G	5252.3	326.6	0.000067	0.000192	0.000293	0.000036	0.000589	1699
003.TB_varC_G	5252.0	327.3	0.000046	0.000183	0.000277	0.000035	0.000540	1852
004.TB_varC_G	5251.7	328.1	0.000033	0.000172	0.000265	0.000034	0.000503	1987
005.TB_varC_G	5251.4	328.8	0.000029	0.000158	0.000255	0.000033	0.000475	2104
006.TB_varC_G	5251.1	329.6	0.000025	0.000135	0.000249	0.000031	0.000440	2272
007.TB_varC_G	5250.8	330.3	0.000022	0.000111	0.000243	0.000030	0.000407	2460
008.TB_varC_G	5250.4	331.0	0.000021	0.000084	0.000242	0.000029	0.000376	2662
009.TB_varC_G	5250.1	331.8	0.000021	0.000080	0.000241	0.000028	0.000370	2702
010.TB_varC_G	5249.8	332.5	0.000020	0.000090	0.000243	0.000028	0.000381	2627
011.TB_varC_G	5249.5	333.3	0.000019	0.000093	0.000245	0.000028	0.000385	2596
012.TB_varC_G	5249.2	334.0	0.000019	0.000089	0.000246	0.000028	0.000382	2618
013.TB_varC_G	5248.9	334.7	0.000020	0.000083	0.000250	0.000028	0.000380	2629
014.TB_varC_G	5248.6	335.5	0.000027	0.000077	0.000257	0.000028	0.000388	2575
015.TB_varC_G	5248.3	336.2	0.000044	0.000072	0.000267	0.000028	0.000410	2438
016.TB_varC_G	5248.0	337.0	0.000070	0.000064	0.000282	0.000028	0.000444	2252
017.TB_varC_G	5247.7	337.7	0.000189	0.000146	0.000307	0.000029	0.000671	1490
018.TB_varC_G	5252.0	325.7	0.000186	0.000206	0.000325	0.000035	0.000752	1330
019.TB_varC_G	5251.7	326.5	0.000086	0.000063	0.000300	0.000031	0.000480	2084
020.TB_varC_G	5251.4	327.2	0.000052	0.000036	0.000282	0.000029	0.000399	2509
021.TB_varC_G	5251.1	328.0	0.000039	0.000034	0.000270	0.000029	0.000372	2689
022.TB_varC_G	5250.8	328.7	0.000030	0.000029	0.000260	0.000028	0.000347	2879
023.TB_varC_G	5250.5	329.5	0.000028	0.000026	0.000254	0.000028	0.000336	2972
024.TB_varC_G	5250.2	330.2	0.000023	0.000021	0.000250	0.000027	0.000321	3116
025.TB_varC_G	5249.9	331.0	0.000022	0.000022	0.000249	0.000026	0.000319	3132
026.TB_varC_G	5249.6	331.7	0.000021	0.000024	0.000249	0.000026	0.000321	3117
027.TB_varC_G	5249.3	332.5	0.000021	0.000029	0.000250	0.000026	0.000326	3067
028.TB_varC_G	5249.0	333.2	0.000021	0.000033	0.000251	0.000027	0.000331	3022
029.TB_varC_G	5248.7	333.9	0.000024	0.000034	0.000254	0.000026	0.000338	2960
030.TB_varC_G	5248.4	334.7	0.000028	0.000034	0.000259	0.000026	0.000347	2879
031.TB_varC_G	5248.1	335.4	0.000038	0.000034	0.000268	0.000027	0.000367	2725
032.TB_varC_G	5247.7	336.2	0.000055	0.000035	0.000280	0.000026	0.000396	2524
033.TB_varC_G	5247.4	336.9	0.000120	0.000071	0.000302	0.000028	0.000520	1924
034.TB_varC_G	5251.1	326.4	0.000201	0.000193	0.000312	0.000034	0.000739	1353
035.TB_varC_G	5250.8	327.1	0.000153	0.000177	0.000296	0.000033	0.000657	1521
036.TB_varC_G	5250.5	327.8	0.000119	0.000136	0.000284	0.000031	0.000570	1755
037.TB_varC_G	5250.2	328.6	0.000108	0.000096	0.000275	0.000029	0.000508	1967
038.TB_varC_G	5249.9	329.3	0.000105	0.000070	0.000269	0.000028	0.000472	2118
039.TB_varC_G	5249.6	330.1	0.000098	0.000067	0.000266	0.000027	0.000459	2181
040.TB_varC_G	5249.3	330.8	0.000096	0.000092	0.000264	0.000027	0.000479	2087
041.TB_varC_G	5249.0	331.6	0.000095	0.000126	0.000264	0.000028	0.000512	1952
042.TB_varC_G	5248.7	332.3	0.000094	0.000167	0.000264	0.000029	0.000554	1807
043.TB_varC_G	5248.4	333.1	0.000095	0.000179	0.000267	0.000030	0.000570	1754
044.TB_varC_G	5248.1	333.8	0.000098	0.000183	0.000271	0.000030	0.000583	1716
045.TB_varC_G	5247.8	334.6	0.000113	0.000186	0.000279	0.000030	0.000608	1645
046.TB_varC_G	5247.5	335.3	0.000158	0.000186	0.000292	0.000030	0.000666	1501
047.TB_varC_G	5247.2	336.1	0.000231	0.000184	0.000311	0.000030	0.000757	1322
048.TB_varC_G	5246.9	336.8	0.000326	0.000186	0.000335	0.000030	0.000877	1140
OHVS1.TB_varC	5249.8	331.3	0.000032	0.000087	0.000275	0.000039	0.000433	2308
MastO.TB_varC	5248.0	338.2	0.000185	0.000131	0.000300	0.000028	0.000644	1553
MastW.TB_varC	5251.3	326.0	0.000223	0.000177	0.000320	0.000033	0.000754	1327
Totaal per jaar			0.004114	0.005387	0.013920	0.001508	0.024929	40
Dit is eens in .. jaar			243	186	72	663	40	

Tabel A3-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varC_G

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.004110	243	0.013915	72	0.018025	55
Niet-routegebonden	0.005386	186	0.001508	663	0.006894	145
Totaal	0.009496	105	0.015423	65	0.024919	40

Tabel A3-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varC_G

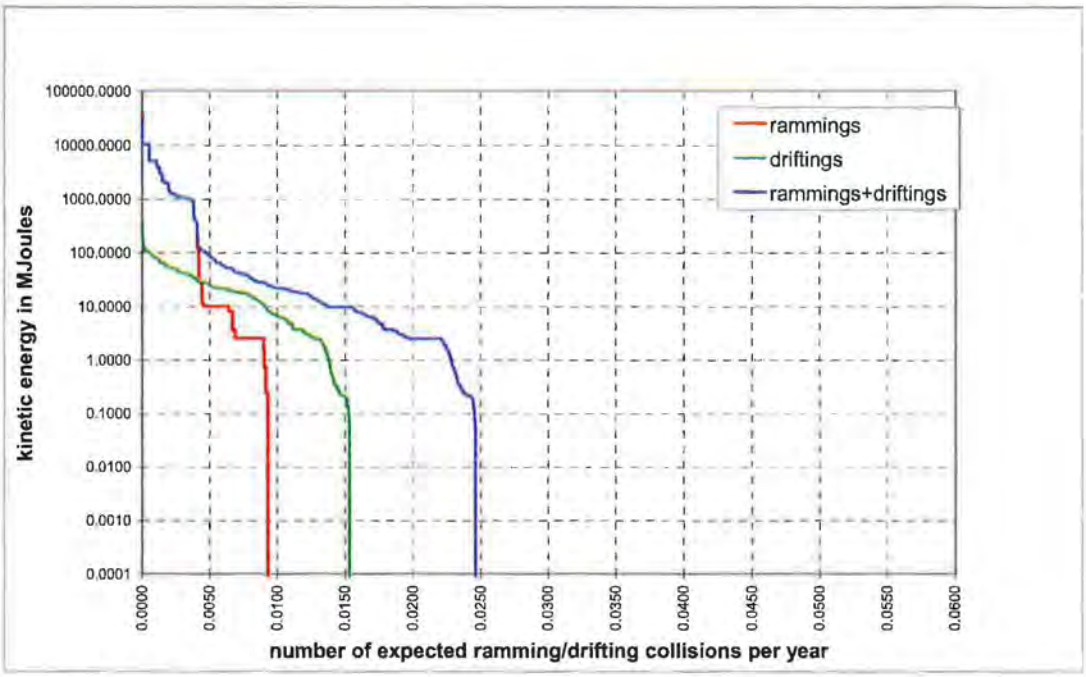
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[6]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000081	0.002648	0.000737	0.003466
Chemicaliën tanker	0.000102	0.003007	0.001023	0.004132
Gastanker	0.000003	0.000199	0.000023	0.000225
Container+ RoRo	0.000144	0.003263	0.001324	0.004731
Ferry	0.000015	0.000087	0.000142	0.000244
Overige R-schepen	0.000052	0.004529	0.000658	0.005239
N-schepen	0.000003	0.000010	0.006882	0.006895
Totaal	0.000400	0.013743	0.010789	0.024932

Tabel A3-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.000485	0.000000	0.004793	0.000703	0.001498	0.000703	0.006776	0.007479	134
Scheef	0.000000	0.000047	0.000003	0.000000	0.004390	0.000010	0.004393	0.000057	0.004450	225
Omvallen	0.000370	0.000005	0.003344	0.000052	0.008826	0.000000	0.012540	0.000058	0.012598	79
GosMos[1]	0.000041	0.000001	0.000356	0.000003	0.000000	0.000000	0.000397	0.000003	0.000400	2498
Totaal	0.000411	0.000539	0.003703	0.004847	0.013919	0.001508	0.018033	0.006894	0.024927	40

Tabel A3-4 Schade aan het totale windpark

[6] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A3-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	1.9%	1.9%	0.5%	6.0%	6.5%	0.5%	7.9%	8.5%
1-3	0.0%	8.6%	8.6%	6.3%	0.1%	6.4%	6.3%	8.6%	14.9%
3-5	0.0%	0.9%	0.9%	5.7%	0.0%	5.7%	5.7%	0.9%	6.6%
5-10	0.0%	8.3%	8.3%	6.9%	0.0%	6.9%	6.9%	8.3%	15.3%
10-15	0.0%	0.7%	0.7%	4.2%	0.0%	4.2%	4.2%	0.7%	4.9%
15-50	0.0%	0.9%	0.9%	22.4%	0.0%	22.4%	22.4%	0.9%	23.3%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	7.8%	0.0%	7.8%	7.8%	0.0%	7.8%
100-200	0.1%	0.2%	0.4%	2.0%	0.0%	2.0%	2.2%	0.2%	2.4%
>200	16.3%	0.0%	16.3%	0.0%	0.0%	0.0%	16.3%	0.0%	16.3%
Totaal	16.5%	21.6%	38.1%	55.8%	6.0%	61.9%	72.3%	27.7%	100.0%

Tabel A3-5 ***Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varC_G		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000003	379513	0.000
20-150	0.000183	5478	0.015
150-750	0.000384	2603	0.151
750-3000	0.000156	6396	0.235
3000-10000	0.000001	1647215	0.002
Totaal	0.000726	1377	0.403

Tabel A3-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varC_G		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000019	51563	0.010
750-3000	0.000146	6841	0.358
3000-10000	0.000343	2914	1.910
10000-30000	0.000007	135866	0.105
30000-100000	0.000000	11849526	0.003
Totaal	0.000516	1937	2.386

Tabel A3-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_G	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.000726	1377	0.403	0.000516	1937	2.386	805

Tabel A3-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologische risico	0.000045
Gering ecologisch risico	0.000014
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000123
Totaal	0.000182
Eens in de ... jaar	5480

Tabel A3-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000008	0.000073	12322	1.11	0.000090	
Chemicaliën tanker	0.000011	0.000091	9805	1.27	0.000129	9805
Gastanker	0.000000	0.000002	384615	1.43	0.000004	384615
Container + RoRo	0.000015	0.000129	6953	5.06	0.000727	
Ferry	0.000002	0.000014	65552	45.22	0.000690	65552
Overige R-schepen	0.000005	0.000046	19283	0.88	0.000046	
N-schepen	0.000001	0.000003		0.00	0.000001	
Totaal	0.000042	0.000358	2500	4.22	0.001687	8344

Tabel A3-10 ***Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varC_G	48	240	0.0041	0.0054	0.0139	0.0015	0.0249	0.0012	0.0052
2	Den Helder II	237	711	0.0094	0.0032	0.0574	0.0049	0.0749	0.0051	0.0071
3	Tromp Oost	185	555	0.0132	0.0129	0.0503	0.0048	0.0812	0.0045	0.0081

Tabel A3-11 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_G	48	240	0.0041	0.0054	0.0139	0.0015	0.0249	0.0012	0.0052
TB_varC_G + Den Helder II	285	951	0.0135	0.0086	0.0713	0.0064	0.0998	0.0063	0.0066
TB_varC_G + Den Helder II + Tromp Oost	470	1506	0.0267	0.0214	0.1217	0.0112	0.1810	0.0108	0.0072
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0177	0.0142	0.0808	0.0074	0.1202	0.0072	0.0072

Tabel A3-12 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_G	48	240	243.3	185.7	71.9	663.6	40.1	805.2	193.2
TB_varC_G + Den Helder II	285	951	74.2	116.5	14.0	156.7	10.0	158.2	150.4
TB_varC_G + Den Helder II + Tromp Oost	470	1506	37.4	46.7	8.2	89.2	5.5	92.6	139.4
Gemiddeld per 1000 MW		1000	56.4	70.3	12.4	134.4	8.3	139.4	139.4

Tabel A3-13 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varC_G	48	240	0.0041	0.0054	0.0139	0.0015	0.0249	0.0012	0.0052
2	Den Helder II	142	710	0.0056	0.0019	0.0344	0.0029	0.0449	0.0030	0.0043
3	Tromp Oost	111	555	0.0079	0.0077	0.0302	0.0029	0.0487	0.0027	0.0048

Tabel A3-14 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_G	48	240	0.0041	0.0054	0.0139	0.0015	0.0249	0.0012	0.0052
TB_varC_G + Den Helder II	190	950	0.0097	0.0073	0.0483	0.0044	0.0698	0.0043	0.0045
TB_varC_G + Den Helder II + Tromp Oost	301	1505	0.0177	0.0150	0.0785	0.0073	0.1185	0.0070	0.0046
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0117	0.0100	0.0522	0.0049	0.0787	0.0046	0.0046

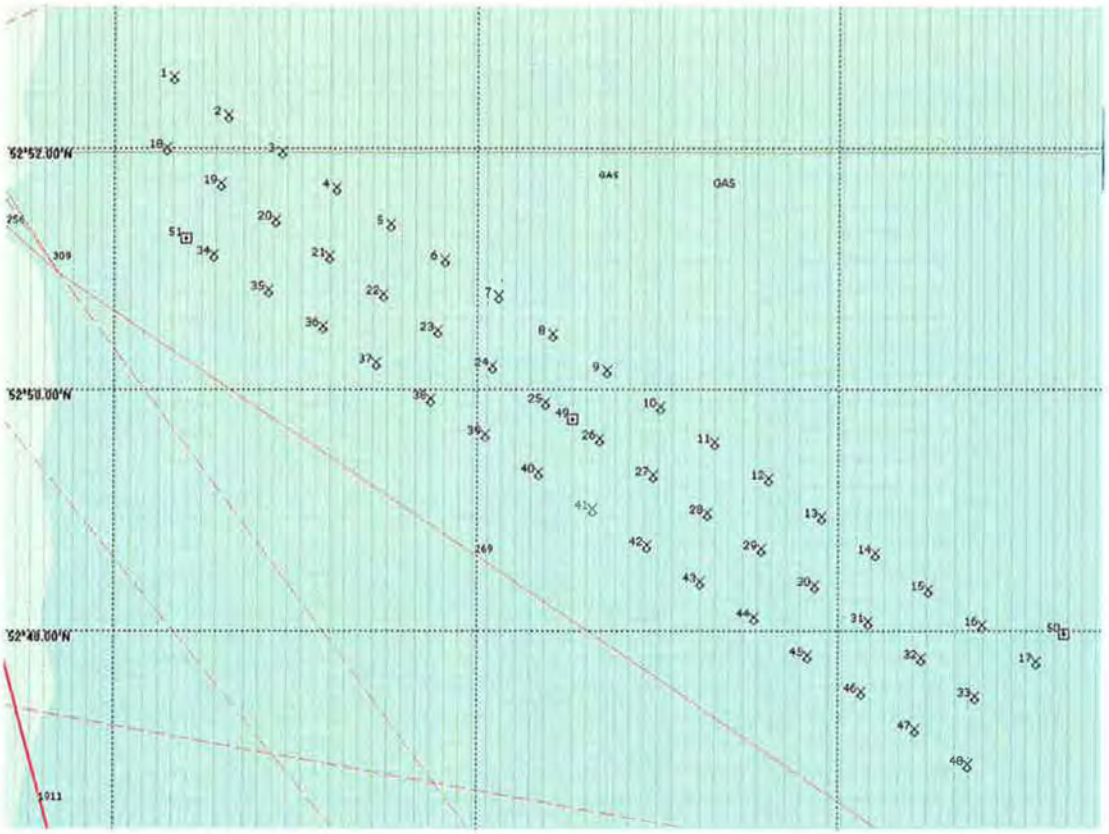
Tabel A3-15 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_G	48	240	243.3	185.7	71.9	663.6	40.1	805.2	193.2
TB_varC_G + Den Helder II	190	950	102.9	137.0	20.7	225.9	14.3	233.3	221.6
TB_varC_G + Den Helder II + Tromp Oost	301	1505	56.6	66.6	12.7	136.5	8.4	143.4	215.8
Gemiddeld per 1000 MW		1000	85.2	100.2	19.2	205.5	12.7	215.8	215.8

Tabel A3-16 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

APPENDIX A4:

Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_J, 48 turbines van 5 MW op jacket fundatie



Figuur A4- 1 *Windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_J, 48 turbines van 5 MW op jacket fundatie*

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.TB_varC_J	5252.6	325.8	0.000149	0.000461	0.000322	0.000043	0.000976	1025
002.TB_varC_J	5252.3	326.6	0.000087	0.000434	0.000301	0.000043	0.000865	1156
003.TB_varC_J	5252.0	327.3	0.000060	0.000409	0.000284	0.000042	0.000795	1258
004.TB_varC_J	5251.7	328.1	0.000044	0.000380	0.000272	0.000042	0.000737	1356
005.TB_varC_J	5251.4	328.8	0.000039	0.000348	0.000262	0.000040	0.000689	1451
006.TB_varC_J	5251.1	329.6	0.000033	0.000304	0.000256	0.000038	0.000632	1581
007.TB_varC_J	5250.8	330.3	0.000030	0.000229	0.000252	0.000037	0.000548	1826
008.TB_varC_J	5250.4	331.0	0.000029	0.000190	0.000250	0.000035	0.000504	1982
009.TB_varC_J	5250.1	331.8	0.000029	0.000203	0.000250	0.000035	0.000517	1936
010.TB_varC_J	5249.8	332.5	0.000027	0.000228	0.000252	0.000035	0.000542	1844
011.TB_varC_J	5249.5	333.3	0.000026	0.000234	0.000254	0.000035	0.000549	1821
012.TB_varC_J	5249.2	334.0	0.000025	0.000225	0.000255	0.000035	0.000541	1849
013.TB_varC_J	5248.9	334.7	0.000028	0.000220	0.000259	0.000035	0.000542	1846
014.TB_varC_J	5248.6	335.5	0.000036	0.000188	0.000267	0.000035	0.000525	1904
015.TB_varC_J	5248.3	336.2	0.000060	0.000177	0.000277	0.000034	0.000548	1823
016.TB_varC_J	5248.0	337.0	0.000094	0.000163	0.000293	0.000033	0.000584	1714
017.TB_varC_J	5247.7	337.7	0.000260	0.000358	0.000321	0.000036	0.000975	1026
018.TB_varC_J	5252.0	325.7	0.000241	0.000454	0.000332	0.000042	0.001070	935
019.TB_varC_J	5251.7	326.5	0.000111	0.000157	0.000307	0.000038	0.000613	1631
020.TB_varC_J	5251.4	327.2	0.000067	0.000090	0.000289	0.000037	0.000482	2075
021.TB_varC_J	5251.1	328.0	0.000051	0.000081	0.000277	0.000035	0.000445	2250
022.TB_varC_J	5250.8	328.7	0.000040	0.000073	0.000268	0.000034	0.000415	2413
023.TB_varC_J	5250.5	329.5	0.000038	0.000065	0.000262	0.000033	0.000398	2515
024.TB_varC_J	5250.2	330.2	0.000031	0.000058	0.000259	0.000033	0.000381	2627
025.TB_varC_J	5249.9	331.0	0.000030	0.000056	0.000258	0.000032	0.000376	2661
026.TB_varC_J	5249.6	331.7	0.000029	0.000084	0.000259	0.000032	0.000403	2479
027.TB_varC_J	5249.3	332.5	0.000028	0.000101	0.000260	0.000033	0.000421	2375
028.TB_varC_J	5249.0	333.2	0.000028	0.000102	0.000260	0.000033	0.000423	2365
029.TB_varC_J	5248.7	333.9	0.000032	0.000104	0.000263	0.000033	0.000431	2318
030.TB_varC_J	5248.4	334.7	0.000038	0.000104	0.000269	0.000033	0.000444	2254
031.TB_varC_J	5248.1	335.4	0.000051	0.000104	0.000278	0.000032	0.000465	2148
032.TB_varC_J	5247.7	336.2	0.000073	0.000105	0.000292	0.000033	0.000503	1987
033.TB_varC_J	5247.4	336.9	0.000162	0.000178	0.000315	0.000035	0.000689	1450
034.TB_varC_J	5251.1	326.4	0.000264	0.000425	0.000320	0.000041	0.001050	953
035.TB_varC_J	5250.8	327.1	0.000204	0.000364	0.000303	0.000040	0.000911	1098
036.TB_varC_J	5250.5	327.8	0.000161	0.000301	0.000292	0.000038	0.000791	1264
037.TB_varC_J	5250.2	328.6	0.000147	0.000236	0.000283	0.000037	0.000703	1422
038.TB_varC_J	5249.9	329.3	0.000144	0.000174	0.000278	0.000035	0.000631	1586
039.TB_varC_J	5249.6	330.1	0.000135	0.000153	0.000275	0.000034	0.000598	1673
040.TB_varC_J	5249.3	330.8	0.000132	0.000182	0.000273	0.000034	0.000622	1608
041.TB_varC_J	5249.0	331.6	0.000131	0.000303	0.000274	0.000035	0.000743	1346
042.TB_varC_J	5248.7	332.3	0.000129	0.000389	0.000274	0.000036	0.000828	1207
043.TB_varC_J	5248.4	333.1	0.000133	0.000416	0.000276	0.000037	0.000862	1159
044.TB_varC_J	5248.1	333.8	0.000136	0.000421	0.000282	0.000038	0.000875	1142
045.TB_varC_J	5247.8	334.6	0.000156	0.000420	0.000289	0.000038	0.000903	1108
046.TB_varC_J	5247.5	335.3	0.000219	0.000418	0.000304	0.000038	0.000979	1022
047.TB_varC_J	5247.2	336.1	0.000318	0.000417	0.000324	0.000037	0.001096	912
048.TB_varC_J	5246.9	336.8	0.000451	0.000416	0.000350	0.000037	0.001254	798
OHVS1.TB_varC	5249.8	331.3	0.000032	0.000087	0.000275	0.000039	0.000433	2308
MastO.TB_varC	5248.0	338.2	0.000185	0.000131	0.000300	0.000028	0.000644	1553
MastW.TB_varC	5251.3	326.0	0.000223	0.000177	0.000320	0.000033	0.000754	1327
Totaal per jaar			0.005404	0.012098	0.014365	0.001835	0.033702	30
Dit is eens in .. jaar			185	83	70	545	30	

Tabel A4-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varC_J

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.005399	185	0.014360	70	0.019759	51
Niet-routegebonden	0.012098	83	0.001835	545	0.013933	72
Totaal	0.017497	57	0.016195	62	0.033692	30

Tabel A4-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varC_J

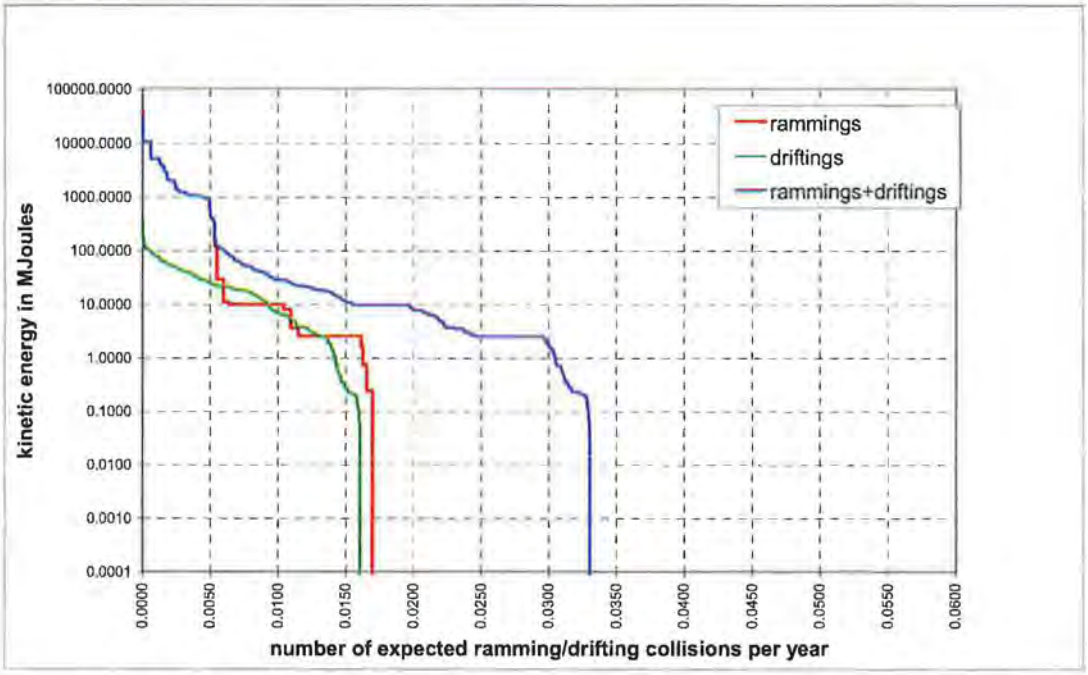
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[7]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000108	0.002690	0.000981	0.003779
Chemicaliën tanker	0.000141	0.003125	0.001421	0.004687
Gastanker	0.000004	0.000211	0.000036	0.000251
Container+ RoRo	0.000180	0.003291	0.001658	0.005129
Ferry	0.000019	0.000087	0.000178	0.000284
Overige R-schepen	0.000066	0.004745	0.000830	0.005641
N-schepen	0.000005	0.000010	0.013918	0.013933
Totaal	0.000524	0.014159	0.019021	0.033704

Tabel A4-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.001104	0.000000	0.010801	0.000789	0.001825	0.000789	0.013730	0.014519	69
Scheef	0.000000	0.000096	0.000005	0.000000	0.004647	0.000010	0.004652	0.000106	0.004758	210
Omvallen	0.000486	0.000009	0.004394	0.000083	0.008928	0.000000	0.013808	0.000092	0.013900	72
GosMos[1]	0.000054	0.000001	0.000465	0.000004	0.000000	0.000000	0.000519	0.000005	0.000525	1906
Totaal	0.000540	0.001210	0.004864	0.010888	0.014364	0.001835	0.019768	0.013933	0.033701	30

Tabel A4-4 Schade aan het totale windpark

[7] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A4-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	3.7%	3.7%	0.5%	5.4%	5.9%	0.5%	9.1%	9.6%
1-3	0.0%	14.2%	14.2%	5.0%	0.0%	5.1%	5.0%	14.2%	19.3%
3-5	0.0%	1.6%	1.6%	4.5%	0.0%	4.5%	4.5%	1.6%	6.1%
5-10	0.0%	13.7%	13.7%	5.4%	0.0%	5.4%	5.4%	13.7%	19.1%
10-15	0.0%	1.1%	1.1%	3.2%	0.0%	3.2%	3.2%	1.1%	4.2%
15-50	0.0%	1.3%	1.4%	16.9%	0.0%	16.9%	16.9%	1.3%	18.2%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	5.7%	0.0%	5.7%	5.8%	0.0%	5.8%
100-200	0.2%	0.3%	0.5%	1.5%	0.0%	1.5%	1.6%	0.3%	1.9%
>200	15.8%	0.0%	15.8%	0.0%	0.0%	0.0%	15.8%	0.0%	15.8%
Totaal	16.0%	35.9%	51.9%	42.6%	5.4%	48.1%	58.6%	41.4%	100.0%

Tabel A4-5 ***Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varC_J		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000003	339085	0.000
20-150	0.000195	5116	0.016
150-750	0.000394	2538	0.154
750-3000	0.000156	6391	0.234
3000-10000	0.000001	1618427	0.002
Totaal	0.000749	1334	0.406

Tabel A4-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varC_J		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000021	48569	0.010
750-3000	0.000150	6668	0.367
3000-10000	0.000347	2886	1.930
10000-30000	0.000007	133911	0.107
30000-100000	0.000000	11623485	0.003
Totaal	0.000525	1906	2.417

Tabel A4-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Windpark Tromp Binnen, variant TB_varC_J	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.000749	1334	0.406	0.000525	1906	2.417	785

Tabel A4-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologische risico	0.000046
Gering ecologisch risico	0.000015
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000128
Totaal	0.000190
Eens in de ... jaar	5265

Tabel A4-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000011	0.000097	9254	1.12	0.000121	
Chemicaliën tanker	0.000015	0.000126	7089	1.27	0.000178	7089
Gastanker	0.000000	0.000003	270270	1.43	0.000005	270270
Container + RoRo	0.000018	0.000162	5546	5.38	0.000970	
Ferry	0.000002	0.000017	51666	45.13	0.000873	51666
Overige R-schepen	0.000007	0.000059	15039	0.89	0.000059	
N-schepen	0.000001	0.000004		0.00	0.000001	
Totaal	0.000055	0.000469	1907	4.21	0.002208	6093

Tabel A4-10 ***Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varC_J	48	240	0.0054	0.0121	0.0144	0.0018	0.0337	0.0013	0.0053
2	Den Helder II	237	711	0.0094	0.0032	0.0574	0.0049	0.0749	0.0051	0.0071
3	Tromp Oost	185	555	0.0132	0.0129	0.0503	0.0048	0.0812	0.0045	0.0081

Tabel A4-11 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_J	48	240	0.0054	0.0121	0.0144	0.0018	0.0337	0.0013	0.0053
TB_varC_J + Den Helder II	285	951	0.0148	0.0153	0.0718	0.0067	0.1086	0.0064	0.0067
TB_varC_J + Den Helder II + Tromp Oost	470	1506	0.0280	0.0281	0.1221	0.0115	0.1898	0.0108	0.0072
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0186	0.0187	0.0811	0.0077	0.1260	0.0072	0.0072

Tabel A4-12 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_J	48	240	185.2	82.7	69.6	545.3	29.7	784.9	188.4
TB_varC_J + Den Helder II	285	951	67.7	65.4	13.9	149.1	9.2	157.4	149.7
TB_varC_J + Den Helder II + Tromp Oost	470	1506	35.7	35.5	8.2	86.7	5.3	92.3	139.0
Gemiddeld per 1000 MW		1000	53.8	53.5	12.3	130.5	7.9	139.0	139.0

Tabel A4-13 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varC_J	48	240	0.0054	0.0121	0.0144	0.0018	0.0337	0.0013	0.0053
2	Den Helder II	142	710	0.0056	0.0019	0.0344	0.0029	0.0449	0.0030	0.0043
3	Tromp Oost	111	555	0.0079	0.0077	0.0302	0.0029	0.0487	0.0027	0.0048

Tabel A4-14 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_J	48	240	0.0054	0.0121	0.0144	0.0018	0.0337	0.0013	0.0053
TB_varC_J + Den Helder II	190	950	0.0110	0.0140	0.0488	0.0048	0.0785	0.0043	0.0045
TB_varC_J + Den Helder II + Tromp Oost	301	1505	0.0190	0.0217	0.0790	0.0077	0.1273	0.0070	0.0047
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0126	0.0144	0.0525	0.0051	0.0846	0.0047	0.0047

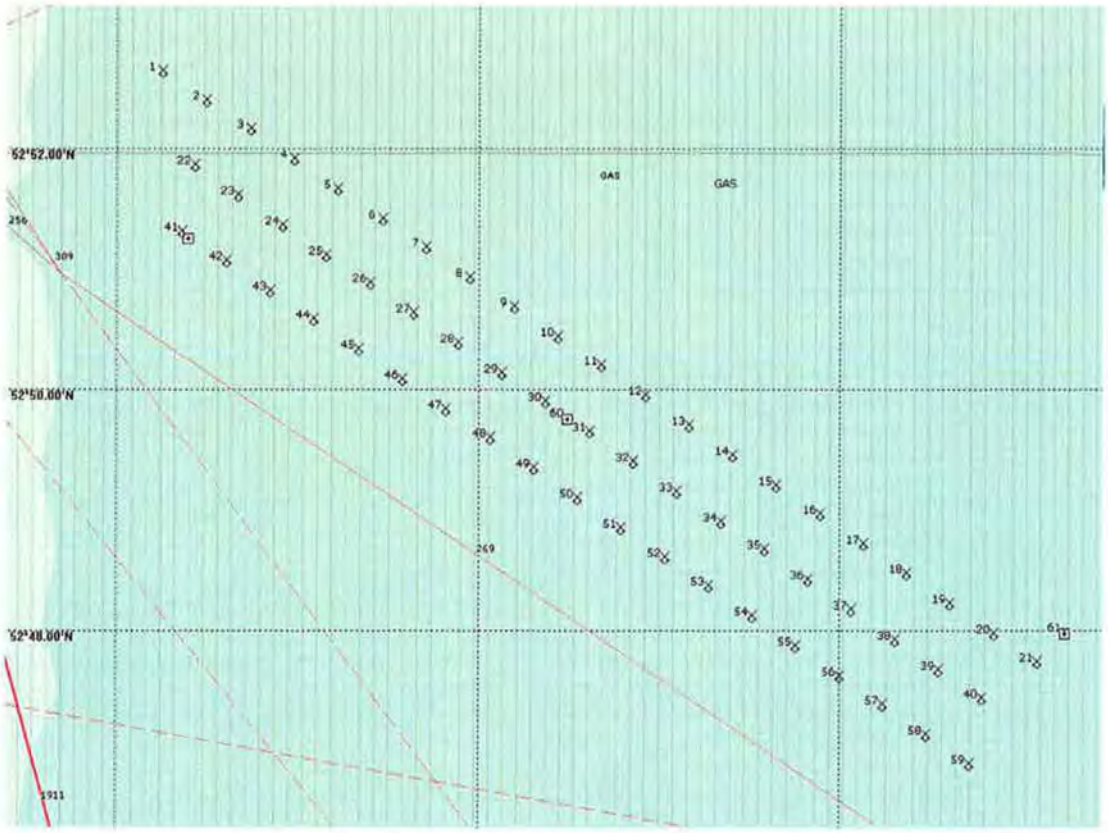
Tabel A4-15 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varC_J	48	240	185.2	82.7	69.6	545.3	29.7	784.9	188.4
TB_varC_J + Den Helder II	190	950	90.8	71.4	20.5	210.3	12.7	231.6	220.0
TB_varC_J + Den Helder II + Tromp Oost	301	1505	52.8	46.0	12.7	130.7	7.9	142.8	214.9
Gemiddeld per 1000 MW		1000	79.4	69.3	19.1	196.7	11.8	214.9	214.9

Tabel A4-16 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

APPENDIX A5:

Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_G, 59 turbines van 5 MW op gravity based fundatie



Figuur A5-1 *Windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_G, 59 turbines van 5 MW op gravity based fundatie*

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.TB_varD_G	5252.6	325.6	0.000137	0.000207	0.000320	0.000035	0.000699	1431
002.TB_varD_G	5252.4	326.2	0.000084	0.000195	0.000302	0.000035	0.000616	1623
003.TB_varD_G	5252.2	326.8	0.000057	0.000186	0.000286	0.000035	0.000564	1772
004.TB_varD_G	5251.9	327.5	0.000042	0.000178	0.000275	0.000034	0.000530	1888
005.TB_varD_G	5251.7	328.1	0.000033	0.000170	0.000265	0.000034	0.000501	1995
006.TB_varD_G	5251.4	328.7	0.000029	0.000159	0.000257	0.000033	0.000478	2093
007.TB_varD_G	5251.2	329.3	0.000025	0.000148	0.000250	0.000032	0.000455	2196
008.TB_varD_G	5250.9	329.9	0.000023	0.000125	0.000246	0.000031	0.000425	2354
009.TB_varD_G	5250.7	330.5	0.000022	0.000101	0.000243	0.000029	0.000396	2527
010.TB_varD_G	5250.4	331.1	0.000021	0.000081	0.000242	0.000028	0.000372	2685
011.TB_varD_G	5250.2	331.7	0.000021	0.000078	0.000241	0.000028	0.000368	2715
012.TB_varD_G	5249.9	332.3	0.000020	0.000085	0.000242	0.000028	0.000375	2664
013.TB_varD_G	5249.7	332.9	0.000019	0.000093	0.000243	0.000028	0.000383	2608
014.TB_varD_G	5249.4	333.5	0.000019	0.000090	0.000244	0.000028	0.000381	2623
015.TB_varD_G	5249.2	334.1	0.000019	0.000088	0.000246	0.000028	0.000382	2616
016.TB_varD_G	5249.0	334.7	0.000021	0.000084	0.000249	0.000028	0.000381	2623
017.TB_varD_G	5248.7	335.3	0.000025	0.000078	0.000254	0.000028	0.000385	2594
018.TB_varD_G	5248.5	335.9	0.000036	0.000074	0.000262	0.000028	0.000399	2505
019.TB_varD_G	5248.2	336.5	0.000052	0.000069	0.000272	0.000028	0.000421	2375
020.TB_varD_G	5248.0	337.1	0.000077	0.000062	0.000285	0.000028	0.000452	2215
021.TB_varD_G	5247.7	337.7	0.000190	0.000146	0.000307	0.000029	0.000672	1488
022.TB_varD_G	5251.9	326.1	0.000129	0.000122	0.000312	0.000033	0.000597	1676
023.TB_varD_G	5251.6	326.7	0.000067	0.000039	0.000292	0.000030	0.000429	2331
024.TB_varD_G	5251.4	327.3	0.000050	0.000037	0.000280	0.000029	0.000396	2522
025.TB_varD_G	5251.1	327.9	0.000038	0.000035	0.000271	0.000030	0.000374	2676
026.TB_varD_G	5250.9	328.5	0.000032	0.000033	0.000263	0.000029	0.000356	2809
027.TB_varD_G	5250.6	329.1	0.000028	0.000030	0.000258	0.000028	0.000343	2918
028.TB_varD_G	5250.4	329.7	0.000026	0.000023	0.000253	0.000027	0.000329	3043
029.TB_varD_G	5250.1	330.3	0.000024	0.000021	0.000250	0.000027	0.000322	3109
030.TB_varD_G	5249.9	330.9	0.000022	0.000022	0.000249	0.000026	0.000320	3128
031.TB_varD_G	5249.6	331.5	0.000021	0.000024	0.000250	0.000026	0.000321	3113
032.TB_varD_G	5249.4	332.2	0.000021	0.000027	0.000249	0.000026	0.000323	3094
033.TB_varD_G	5249.1	332.8	0.000021	0.000031	0.000250	0.000027	0.000328	3045
034.TB_varD_G	5248.9	333.4	0.000021	0.000035	0.000251	0.000027	0.000334	2994
035.TB_varD_G	5248.7	334.0	0.000023	0.000035	0.000254	0.000026	0.000337	2963
036.TB_varD_G	5248.4	334.6	0.000026	0.000034	0.000258	0.000026	0.000345	2901
037.TB_varD_G	5248.2	335.2	0.000034	0.000035	0.000265	0.000027	0.000360	2781
038.TB_varD_G	5247.9	335.8	0.000045	0.000035	0.000273	0.000027	0.000379	2636
039.TB_varD_G	5247.7	336.4	0.000062	0.000035	0.000284	0.000027	0.000407	2456
040.TB_varD_G	5247.4	337.0	0.000137	0.000083	0.000305	0.000028	0.000553	1807
041.TB_varD_G	5251.3	325.9	0.000241	0.000201	0.000326	0.000034	0.000802	1247
042.TB_varD_G	5251.1	326.5	0.000184	0.000197	0.000309	0.000034	0.000724	1382
043.TB_varD_G	5250.8	327.1	0.000150	0.000181	0.000296	0.000033	0.000659	1516
044.TB_varD_G	5250.6	327.7	0.000125	0.000153	0.000285	0.000031	0.000594	1684
045.TB_varD_G	5250.3	328.3	0.000114	0.000112	0.000279	0.000030	0.000535	1869
046.TB_varD_G	5250.1	328.9	0.000110	0.000085	0.000272	0.000029	0.000495	2019
047.TB_varD_G	5249.8	329.5	0.000105	0.000065	0.000269	0.000028	0.000466	2148
048.TB_varD_G	5249.6	330.2	0.000100	0.000068	0.000266	0.000027	0.000461	2167
049.TB_varD_G	5249.3	330.8	0.000098	0.000084	0.000265	0.000027	0.000475	2106
050.TB_varD_G	5249.1	331.4	0.000096	0.000119	0.000263	0.000028	0.000506	1977
051.TB_varD_G	5248.8	332.0	0.000095	0.000148	0.000264	0.000029	0.000535	1869
052.TB_varD_G	5248.6	332.6	0.000095	0.000175	0.000265	0.000029	0.000565	1771
053.TB_varD_G	5248.4	333.2	0.000098	0.000181	0.000267	0.000030	0.000576	1736
054.TB_varD_G	5248.1	333.8	0.000099	0.000185	0.000271	0.000030	0.000585	1710
055.TB_varD_G	5247.9	334.4	0.000109	0.000187	0.000277	0.000030	0.000604	1655
056.TB_varD_G	5247.6	335.0	0.000132	0.000187	0.000285	0.000030	0.000635	1576
057.TB_varD_G	5247.4	335.6	0.000178	0.000188	0.000299	0.000030	0.000695	1439
058.TB_varD_G	5247.1	336.2	0.000241	0.000186	0.000315	0.000030	0.000771	1296
059.TB_varD_G	5246.9	336.8	0.000326	0.000186	0.000335	0.000030	0.000877	1141

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
OHVS1.TB_varD	5249.8	331.2	0.000035	0.000094	0.000276	0.000039	0.000445	2249
MastO.TB_varD	5248.0	338.2	0.000185	0.000131	0.000300	0.000028	0.000644	1553
MastW.TB_varD	5251.3	326.0	0.000223	0.000177	0.000320	0.000033	0.000754	1327
Totaal per jaar			0.004938	0.006521	0.016902	0.001831	0.030192	33
Dit is eens in .. jaar			203	153	59	546	33	

Tabel A5-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varD_G

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.004931	203	0.016897	59	0.021828	46
Niet-routegebonden	0.006521	153	0.001831	546	0.008352	120
Totaal	0.011452	87	0.018728	53	0.030180	33

Tabel A5-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varD_G

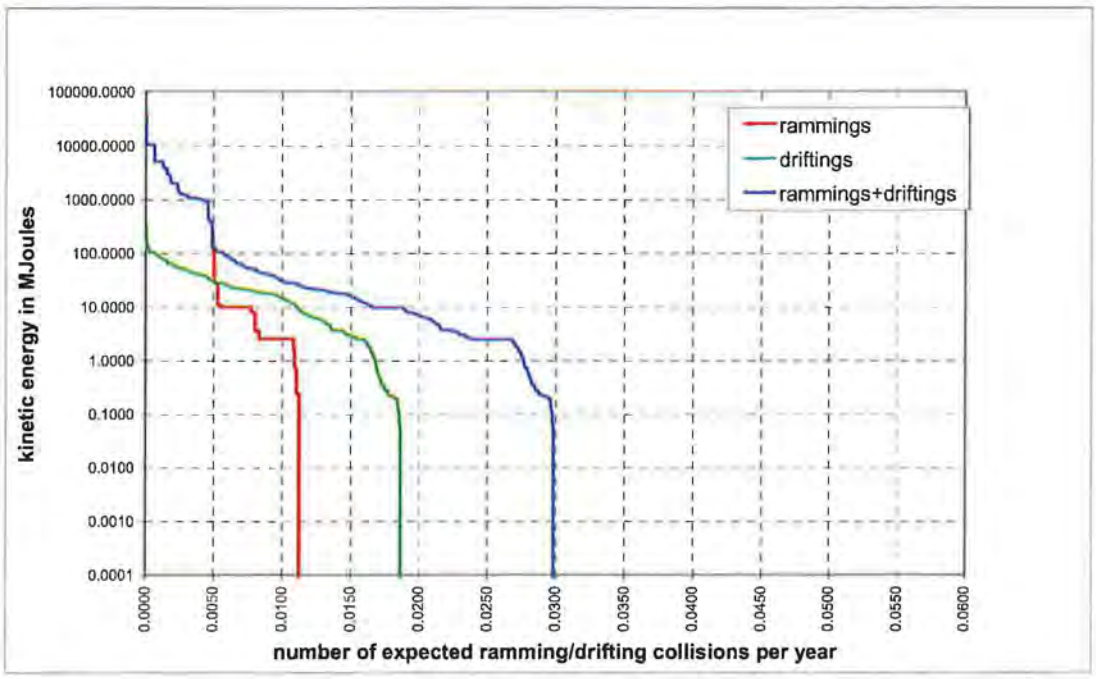
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[8]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000099	0.003226	0.000898	0.004223
Chemicaliën tanker	0.000124	0.003660	0.001247	0.005031
Gastanker	0.000003	0.000242	0.000028	0.000273
Container+ RoRo	0.000169	0.003960	0.001545	0.005673
Ferry	0.000019	0.000106	0.000173	0.000298
Overige R-schepen	0.000063	0.005483	0.000793	0.006339
N-schepen	0.000004	0.000012	0.008336	0.008352
Totaal	0.000480	0.016689	0.013020	0.030189

Tabel A5-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.000587	0.000000	0.005802	0.000852	0.001819	0.000852	0.008209	0.009061	110
Scheef	0.000000	0.000057	0.000004	0.000000	0.005318	0.000012	0.005322	0.000069	0.005391	185
Omvallen	0.000444	0.000007	0.004013	0.000063	0.010734	0.000000	0.015192	0.000070	0.015262	66
GosMos[1]	0.000049	0.000001	0.000427	0.000003	0.000000	0.000000	0.000477	0.000004	0.000481	2080
Totaal	0.000494	0.000652	0.004444	0.005869	0.016904	0.001831	0.021842	0.008352	0.030194	33

Tabel A5-4 Schade aan het totale windpark

[8] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A5-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	1.9%	1.9%	0.5%	6.0%	6.5%	0.5%	7.9%	8.5%
1-3	0.0%	8.6%	8.6%	6.3%	0.1%	6.3%	6.3%	8.6%	14.9%
3-5	0.0%	0.9%	0.9%	5.7%	0.0%	5.7%	5.7%	0.9%	6.6%
5-10	0.0%	8.3%	8.3%	7.0%	0.0%	7.0%	7.0%	8.3%	15.3%
10-15	0.0%	0.7%	0.7%	4.2%	0.0%	4.2%	4.2%	0.7%	4.9%
15-50	0.0%	0.9%	0.9%	22.5%	0.0%	22.5%	22.5%	0.9%	23.4%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	7.8%	0.0%	7.8%	7.8%	0.0%	7.8%
100-200	0.1%	0.2%	0.4%	2.0%	0.0%	2.0%	2.2%	0.2%	2.4%
>200	16.2%	0.0%	16.2%	0.0%	0.0%	0.0%	16.2%	0.0%	16.2%
Totaal	16.3%	21.6%	37.9%	56.0%	6.1%	62.1%	72.3%	27.7%	100.0%

Tabel A5-5 ***Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varD_G		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000003	313402	0.000
20-150	0.000221	4517	0.018
150-750	0.000466	2144	0.183
750-3000	0.000190	5262	0.285
3000-10000	0.000001	1352044	0.003
Totaal	0.000882	1134	0.489

Tabel A5-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varD_G		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000024	42487	0.012
750-3000	0.000178	5616	0.436
3000-10000	0.000418	2392	2.328
10000-30000	0.000009	111507	0.128
30000-100000	0.000000	9726090	0.003
Totaal	0.000629	1590	2.907

Tabel A5-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_G	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.000882	1134	0.489	0.000629	1590	2.907	662

Tabel A5-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologische risico	0.000055
Gering ecologisch risico	0.000017
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000150
Totaal	0.000222
Eens in de ... jaar	4502

Tabel A5-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000010	0.000089	10126	1.11	0.000110	
Chemicaliën tanker	0.000014	0.000111	8041	1.27	0.000157	8041
Gastanker	0.000000	0.000003	312500	1.43	0.000005	312500
Container + RoRo	0.000017	0.000151	5935	4.93	0.000831	
Ferry	0.000002	0.000017	53894	45.19	0.000838	53894
Overige R-schepen	0.000007	0.000056	15912	0.88	0.000055	
N-schepen	0.000001	0.000003		0.00	0.000001	
Totaal	0.000050	0.000430	2082	4.16	0.001998	6844

Tabel A5-10 ***Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varD_G	59	295	0.0049	0.0065	0.0169	0.0018	0.0302	0.0015	0.0051
2	Den Helder II	237	711	0.0094	0.0032	0.0574	0.0049	0.0749	0.0051	0.0071
3	Tromp Oost	185	555	0.0132	0.0129	0.0503	0.0048	0.0812	0.0045	0.0081

Tabel A5-11 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_G	59	295	0.0049	0.0065	0.0169	0.0018	0.0302	0.0015	0.0051
TB_varD_G + Den Helder II	296	1006	0.0143	0.0097	0.0743	0.0067	0.1050	0.0066	0.0065
TB_varD_G + Den Helder II + Tromp Oost	481	1561	0.0275	0.0226	0.1246	0.0115	0.1863	0.0111	0.0071
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0176	0.0145	0.0798	0.0074	0.1193	0.0071	0.0071

Tabel A5-12 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_G	59	295	202.8	153.4	59.2	545.9	33.1	661.8	195.2
TB_varD_G + Den Helder II	296	1006	69.9	102.9	13.5	149.1	9.5	151.9	152.8
TB_varD_G + Den Helder II + Tromp Oost	481	1561	36.3	44.3	8.0	86.7	5.4	90.5	141.2
Gemiddeld per 1000 MW		1000	56.7	69.2	12.5	135.3	8.4	141.2	141.2

Tabel A5-13 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varD_G	59	295	0.0049	0.0065	0.0169	0.0018	0.0302	0.0015	0.0051
2	Den Helder II	142	710	0.0056	0.0019	0.0344	0.0029	0.0449	0.0030	0.0043
3	Tromp Oost	111	555	0.0079	0.0077	0.0302	0.0029	0.0487	0.0027	0.0048

Tabel A5-14 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_G	59	295	0.0049	0.0065	0.0169	0.0018	0.0302	0.0015	0.0051
TB_varD_G + Den Helder II	201	1005	0.0105	0.0084	0.0513	0.0048	0.0750	0.0045	0.0045
TB_varD_G + Den Helder II + Tromp Oost	312	1560	0.0185	0.0161	0.0815	0.0076	0.1238	0.0072	0.0046
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0119	0.0104	0.0522	0.0049	0.0793	0.0046	0.0046

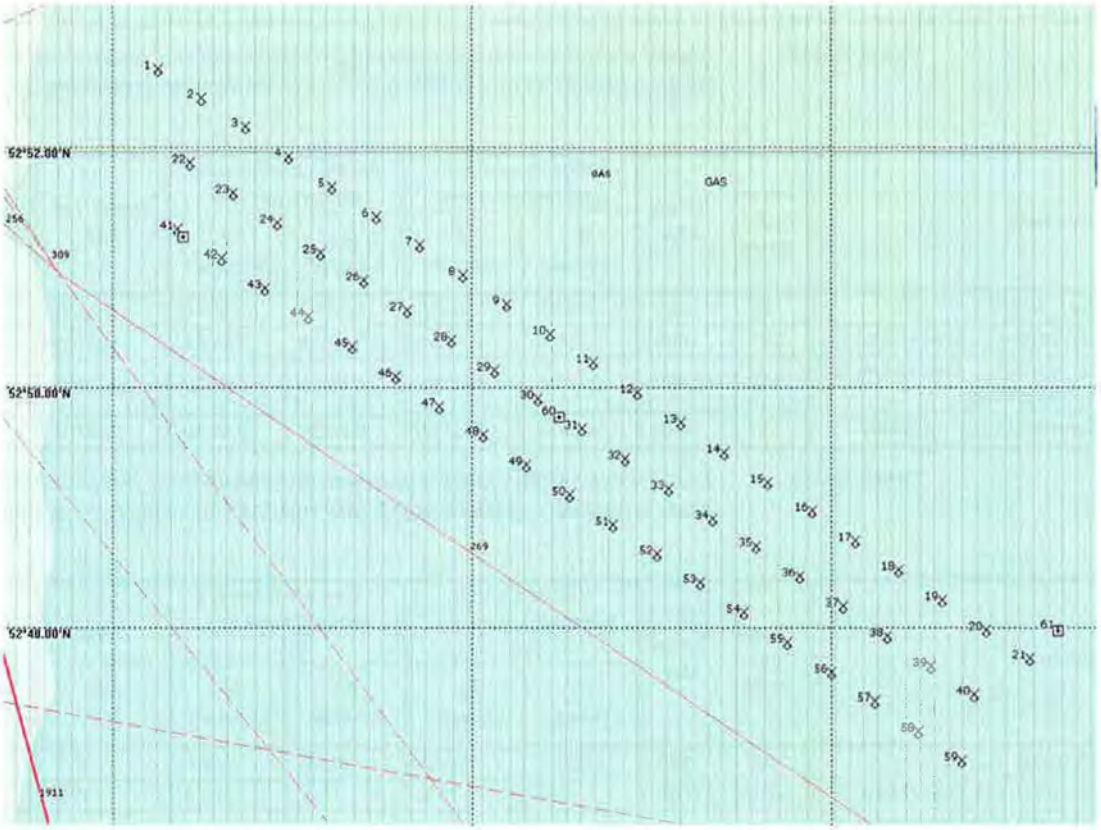
Tabel A5-15 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_G	59	295	202.8	153.4	59.2	545.9	33.1	661.8	195.2
TB_varD_G + Den Helder II	201	1005	94.9	118.5	19.5	210.4	13.3	219.8	220.9
TB_varD_G + Den Helder II + Tromp Oost	312	1560	54.1	61.9	12.3	130.7	8.1	138.3	215.7
Gemiddeld per 1000 MW		1000	84.4	96.6	19.1	203.9	12.6	215.7	215.7

Tabel A5-16 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

APPENDIX A6:

Resultaten windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_J, 59 turbines van 5 MW op jacket fundatie



Figuur A6-1 *Windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_J, 59 turbines van 5 MW op jacket fundatie*

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.TB_varD_J	5252.6	325.6	0.000175	0.000460	0.000327	0.000043	0.001005	995
002.TB_varD_J	5252.4	326.2	0.000108	0.000440	0.000309	0.000043	0.000900	1111
003.TB_varD_J	5252.2	326.8	0.000074	0.000420	0.000294	0.000043	0.000831	1204
004.TB_varD_J	5251.9	327.5	0.000056	0.000393	0.000282	0.000042	0.000773	1294
005.TB_varD_J	5251.7	328.1	0.000044	0.000376	0.000272	0.000042	0.000733	1365
006.TB_varD_J	5251.4	328.7	0.000039	0.000363	0.000264	0.000040	0.000707	1415
007.TB_varD_J	5251.2	329.3	0.000033	0.000335	0.000258	0.000039	0.000666	1502
008.TB_varD_J	5250.9	329.9	0.000032	0.000262	0.000254	0.000038	0.000585	1709
009.TB_varD_J	5250.7	330.5	0.000030	0.000216	0.000251	0.000036	0.000534	1874
010.TB_varD_J	5250.4	331.1	0.000029	0.000186	0.000250	0.000035	0.000500	2000
011.TB_varD_J	5250.2	331.7	0.000029	0.000203	0.000250	0.000035	0.000516	1936
012.TB_varD_J	5249.9	332.3	0.000028	0.000214	0.000252	0.000035	0.000528	1894
013.TB_varD_J	5249.7	332.9	0.000026	0.000229	0.000253	0.000035	0.000543	1843
014.TB_varD_J	5249.4	333.5	0.000026	0.000227	0.000254	0.000035	0.000541	1848
015.TB_varD_J	5249.2	334.1	0.000026	0.000222	0.000256	0.000035	0.000540	1853
016.TB_varD_J	5249.0	334.7	0.000028	0.000221	0.000259	0.000035	0.000543	1841
017.TB_varD_J	5248.7	335.3	0.000034	0.000210	0.000264	0.000035	0.000543	1841
018.TB_varD_J	5248.5	335.9	0.000048	0.000182	0.000272	0.000035	0.000536	1865
019.TB_varD_J	5248.2	336.5	0.000070	0.000172	0.000283	0.000034	0.000559	1789
020.TB_varD_J	5248.0	337.1	0.000104	0.000161	0.000297	0.000034	0.000596	1679
021.TB_varD_J	5247.7	337.7	0.000261	0.000359	0.000321	0.000036	0.000976	1024
022.TB_varD_J	5251.9	326.1	0.000167	0.000274	0.000320	0.000040	0.000801	1248
023.TB_varD_J	5251.6	326.7	0.000086	0.000103	0.000300	0.000038	0.000527	1897
024.TB_varD_J	5251.4	327.3	0.000065	0.000092	0.000287	0.000037	0.000480	2082
025.TB_varD_J	5251.1	327.9	0.000050	0.000084	0.000278	0.000036	0.000447	2235
026.TB_varD_J	5250.9	328.5	0.000042	0.000076	0.000270	0.000035	0.000424	2361
027.TB_varD_J	5250.6	329.1	0.000037	0.000069	0.000266	0.000034	0.000405	2466
028.TB_varD_J	5250.4	329.7	0.000035	0.000063	0.000261	0.000033	0.000391	2558
029.TB_varD_J	5250.1	330.3	0.000032	0.000058	0.000259	0.000033	0.000381	2628
030.TB_varD_J	5249.9	330.9	0.000030	0.000057	0.000258	0.000032	0.000377	2653
031.TB_varD_J	5249.6	331.5	0.000029	0.000084	0.000259	0.000032	0.000404	2476
032.TB_varD_J	5249.4	332.2	0.000028	0.000095	0.000259	0.000033	0.000414	2413
033.TB_varD_J	5249.1	332.8	0.000028	0.000101	0.000260	0.000033	0.000422	2371
034.TB_varD_J	5248.9	333.4	0.000029	0.000103	0.000261	0.000032	0.000425	2353
035.TB_varD_J	5248.7	334.0	0.000032	0.000104	0.000263	0.000033	0.000432	2315
036.TB_varD_J	5248.4	334.6	0.000036	0.000105	0.000268	0.000033	0.000441	2270
037.TB_varD_J	5248.2	335.2	0.000045	0.000105	0.000275	0.000032	0.000457	2189
038.TB_varD_J	5247.9	335.8	0.000060	0.000105	0.000284	0.000032	0.000481	2081
039.TB_varD_J	5247.7	336.4	0.000083	0.000106	0.000296	0.000033	0.000518	1932
040.TB_varD_J	5247.4	337.0	0.000186	0.000219	0.000318	0.000035	0.000758	1319
041.TB_varD_J	5251.3	325.9	0.000314	0.000448	0.000334	0.000042	0.001137	879
042.TB_varD_J	5251.1	326.5	0.000243	0.000430	0.000316	0.000041	0.001030	971
043.TB_varD_J	5250.8	327.1	0.000201	0.000373	0.000304	0.000040	0.000917	1091
044.TB_varD_J	5250.6	327.7	0.000168	0.000321	0.000293	0.000038	0.000821	1218
045.TB_varD_J	5250.3	328.3	0.000155	0.000270	0.000287	0.000037	0.000750	1334
046.TB_varD_J	5250.1	328.9	0.000151	0.000223	0.000281	0.000036	0.000690	1449
047.TB_varD_J	5249.8	329.5	0.000143	0.000166	0.000277	0.000035	0.000621	1610
048.TB_varD_J	5249.6	330.2	0.000137	0.000154	0.000275	0.000034	0.000601	1664
049.TB_varD_J	5249.3	330.8	0.000135	0.000177	0.000275	0.000034	0.000621	1611
050.TB_varD_J	5249.1	331.4	0.000133	0.000253	0.000273	0.000035	0.000694	1440
051.TB_varD_J	5248.8	332.0	0.000131	0.000360	0.000274	0.000036	0.000800	1249
052.TB_varD_J	5248.6	332.6	0.000132	0.000410	0.000275	0.000037	0.000853	1173
053.TB_varD_J	5248.4	333.2	0.000134	0.000420	0.000277	0.000037	0.000868	1152
054.TB_varD_J	5248.1	333.8	0.000136	0.000423	0.000281	0.000037	0.000878	1139
055.TB_varD_J	5247.9	334.4	0.000150	0.000425	0.000288	0.000038	0.000901	1110
056.TB_varD_J	5247.6	335.0	0.000182	0.000426	0.000296	0.000038	0.000942	1062
057.TB_varD_J	5247.4	335.6	0.000245	0.000426	0.000311	0.000037	0.001020	980
058.TB_varD_J	5247.1	336.2	0.000332	0.000419	0.000328	0.000037	0.001116	896
059.TB_varD_J	5246.9	336.8	0.000451	0.000416	0.000350	0.000037	0.001253	798

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
OHVS1.TB_varD	5249.8	331.2	0.000035	0.000094	0.000276	0.000039	0.000445	2249
MastO.TB_varD	5248.0	338.2	0.000185	0.000131	0.000300	0.000028	0.000644	1553
MastW.TB_varD	5251.3	326.0	0.000223	0.000177	0.000320	0.000033	0.000754	1327
Totaal per jaar			0.006513	0.014796	0.017448	0.002235	0.040993	24
Dit is eens in .. jaar			154	68	57	447	24	

Tabel A6-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkans per turbine voor variant TB_varD_J

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.006508	154	0.017444	57	0.023952	42
Niet-routegebonden	0.014795	68	0.002236	447	0.017031	59
Totaal	0.021303	47	0.019680	51	0.040983	24

Tabel A6-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor variant TB_varD_J

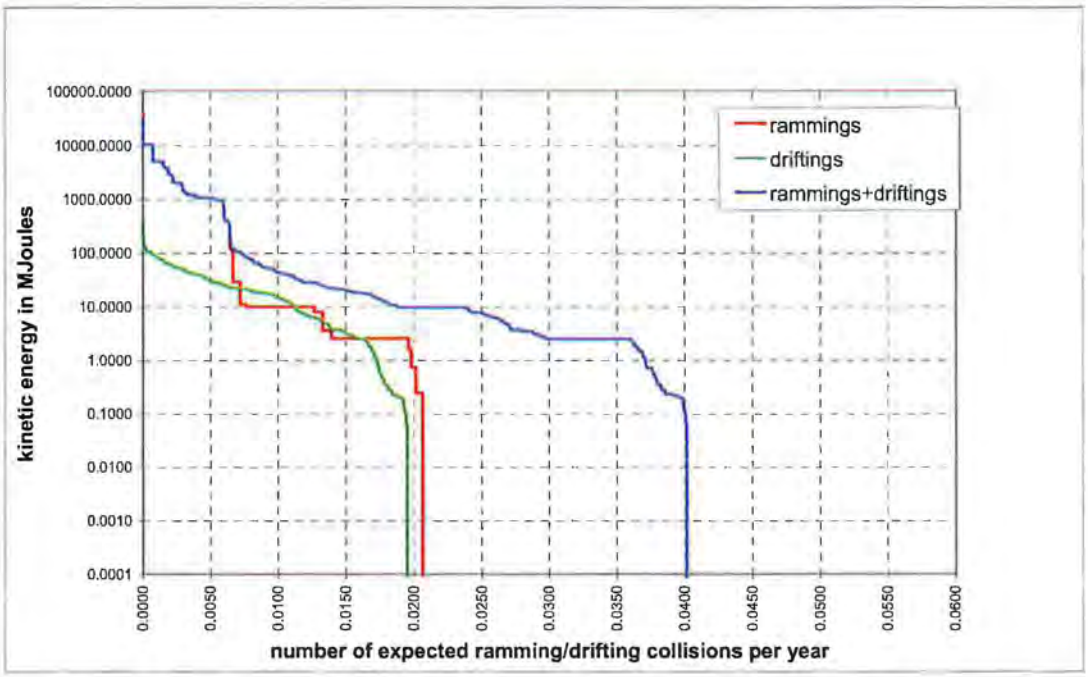
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[9]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000132	0.003277	0.001201	0.004610
Chemicaliën tanker	0.000173	0.003812	0.001731	0.005716
Gastanker	0.000005	0.000257	0.000042	0.000304
Container+ RoRo	0.000212	0.003990	0.001948	0.006150
Ferry	0.000023	0.000107	0.000216	0.000346
Overige R-schepen	0.000081	0.005745	0.001012	0.006838
N-schepen	0.000007	0.000013	0.017011	0.017031
Totaal	0.000633	0.017201	0.023161	0.040995

Tabel A6-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.001350	0.000000	0.013208	0.000956	0.002223	0.000956	0.016781	0.017737	56
Scheef	0.000000	0.000118	0.000005	0.000000	0.005633	0.000013	0.005638	0.000131	0.005769	173
Omvallen	0.000586	0.000011	0.005295	0.000102	0.010859	0.000000	0.016740	0.000112	0.016853	59
GosMos[1]	0.000065	0.000001	0.000561	0.000005	0.000000	0.000000	0.000626	0.000007	0.000633	1581
Totaal	0.000651	0.001480	0.005862	0.013316	0.017448	0.002236	0.023961	0.017031	0.040992	24

Tabel A6-4 Schade aan het totale windpark

[9] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A6-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	3.7%	3.7%	0.4%	5.4%	5.9%	0.4%	9.1%	9.6%
1-3	0.0%	14.3%	14.3%	5.0%	0.0%	5.1%	5.0%	14.3%	19.4%
3-5	0.0%	1.6%	1.6%	4.5%	0.0%	4.5%	4.5%	1.6%	6.1%
5-10	0.0%	13.8%	13.8%	5.4%	0.0%	5.4%	5.4%	13.8%	19.2%
10-15	0.0%	1.1%	1.1%	3.2%	0.0%	3.2%	3.2%	1.1%	4.2%
15-50	0.0%	1.4%	1.4%	16.9%	0.0%	16.9%	16.9%	1.4%	18.2%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	5.7%	0.0%	5.7%	5.8%	0.0%	5.8%
100-200	0.2%	0.3%	0.4%	1.5%	0.0%	1.5%	1.6%	0.3%	1.9%
>200	15.7%	0.0%	15.7%	0.0%	0.0%	0.0%	15.7%	0.0%	15.7%
Totaal	15.9%	36.1%	52.0%	42.6%	5.5%	48.0%	58.4%	41.6%	100.0%

Tabel A6-5 ***Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varD_J		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000004	279632	0.000
20-150	0.000237	4214	0.019
150-750	0.000478	2090	0.187
750-3000	0.000190	5257	0.285
3000-10000	0.000001	1328079	0.003
Totaal	0.000910	1099	0.494

Tabel A6-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Tromp Binnen; variant TB_varD_J		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000025	39991	0.013
750-3000	0.000183	5471	0.447
3000-10000	0.000422	2368	2.352
10000-30000	0.000009	109873	0.130
30000-100000	0.000000	9537458	0.003
Totaal	0.000639	1564	2.946

Tabel A6-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Windpark Tromp Binnen, variant TB_varD_J	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.000910	1099	0.494	0.000639	1564	2.946	645

Tabel A6-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologische risico	0.000056
Gering ecologisch risico	0.000019
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000156
Totaal	0.000231
Eens in de ... jaar	4323

Tabel A6-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000013	0.000119	7563	1.12	0.000148	
Chemicaliën tanker	0.000019	0.000154	5789	1.27	0.000219	5789
Gastanker	0.000000	0.000004	219539	1.42	0.000006	219539
Container + RoRo	0.000022	0.000190	4723	5.25	0.001111	
Ferry	0.000002	0.000021	42635	45.18	0.001060	42635
Overige R-schepen	0.000009	0.000073	12300	0.89	0.000072	
N-schepen	0.000001	0.000005		0.00	0.000001	
Totaal	0.000066	0.000566	1581	4.14	0.002617	4981

Tabel A6-10 ***Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varD_J	59	295	0.0065	0.0148	0.0174	0.0022	0.0410	0.0015	0.0053
2	Den Helder II	237	711	0.0094	0.0032	0.0574	0.0049	0.0749	0.0051	0.0071
3	Tromp Oost	185	555	0.0132	0.0129	0.0503	0.0048	0.0812	0.0045	0.0081

Tabel A6-11 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_J	59	295	0.0065	0.0148	0.0174	0.0022	0.0410	0.0015	0.0053
TB_varD_J + Den Helder II	296	1006	0.0159	0.0180	0.0749	0.0071	0.1158	0.0066	0.0066
TB_varD_J + Den Helder II + Tromp Oost	481	1561	0.0291	0.0308	0.1252	0.0119	0.1971	0.0111	0.0071
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0187	0.0198	0.0802	0.0076	0.1263	0.0071	0.0071

Tabel A6-12 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_J	59	295	153.7	67.6	57.3	447.0	24.4	645.6	190.4
TB_varD_J + Den Helder II	296	1006	63.0	55.6	13.4	140.6	8.6	151.0	151.9
TB_varD_J + Den Helder II + Tromp Oost	481	1561	34.3	32.4	8.0	83.8	5.1	90.2	140.7
Gemiddeld per 1000 MW		1000	53.6	50.6	12.5	130.7	7.9	140.7	140.7

Tabel A6-13 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling***

nr	Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	TB_varD_J	59	295	0.0065	0.0148	0.0174	0.0022	0.0410	0.0015	0.0053
2	Den Helder II	142	710	0.0056	0.0019	0.0344	0.0029	0.0449	0.0030	0.0043
3	Tromp Oost	111	555	0.0079	0.0077	0.0302	0.0029	0.0487	0.0027	0.0048

Tabel A6-14 ***Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_J	59	295	0.0065	0.0148	0.0174	0.0022	0.0410	0.0015	0.0053
TB_varD_J + Den Helder II	201	1005	0.0121	0.0167	0.0519	0.0052	0.0858	0.0046	0.0046
TB_varD_J + Den Helder II + Tromp Oost	312	1560	0.0201	0.0244	0.0820	0.0081	0.1346	0.0073	0.0047
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0129	0.0157	0.0526	0.0052	0.0863	0.0047	0.0047

Tabel A6-15 ***Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

Windpark	Aantal tur-bines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
TB_varD_J	59	295	153.7	67.6	57.3	447.0	24.4	645.6	190.4
TB_varD_J + Den Helder II	201	1005	82.5	59.8	19.3	193.9	11.6	218.0	219.1
TB_varD_J + Den Helder II + Tromp Oost	312	1560	49.8	40.9	12.2	124.2	7.4	137.6	214.6
Gemiddeld per 1000 MW		1000	77.7	63.9	19.0	193.7	11.6	214.6	214.6

Tabel A6-16 ***Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijvingvoor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling***

BIJLAGE 11 OVERIGE EFFECTEN

INHOUD

11.1 Archeologisch Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust 1.1

11.2 Helikopter-aspecten 2.1

11.2.1 Correspondentie helikopteroperators
11.2.2 Correspondentie LVNL
11.2.3 Risicomatrix

Archeologisch Bureauonderzoek

Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust

Periplus Archeomare rappport 08-A014

Auteurs
Seger van den Brenk (Periplus Archeomare B.V.)
Bart van Mierlo (Periplus Archeomare B.V.)
Wouter Waldus (ADC Archeoprojecten)

in opdracht van:

RWE Energy Nederland NV
Diamantlaan 15
2130 AB Hoofddorp

2.0	30 juli 2008
1.0	30 juni 2008
Revisie nummer	**Datum**

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 08_A014

Bureauonderzoek
Toekomstig windturbine park Tromp Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust

Auteurs: S. van den Brenk, B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus

In opdracht van: RWE Energy Nederland NV
Contactpersoon: B. Oberink

© Periplus Archeomare, juli 2008
Foto's en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

Autorisatie:
drs. W.B. Waldus

ISBN 978-90-78944-18-8

Periplus Archeomare
Asterweg 17 A4
1013 HL - Amsterdam
Tel: 020-6367891
Fax 020-6361865
Website: www.periplus.nl
Email info@periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting **3**
1. Inleiding **5**
2. Methoden **7**
2.1. Bronnen 7
3. Resultaten **9**
3.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb) 9
3.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb) 11
3.3. Beschrijving van het plangebied en mogelijke verstoringen (LS03wb) 13
3.4. Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens (LS04wb) 16
3.5. Gespecificeerde verwachting (LS05wb) 30
4. Conclusies **31**
5. Advies **33**
Lijst met afbeeldingen **34**
Lijst met tabellen **34**
Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen **35**
Referenties **36**
Bijlage 1. Protocol KNA Waterbodems **37**
Bijlage 2. Boorstaten TNO-NITG **39**

Tabel 1. Archeologische perioden

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd	1500	na Chr.	-	heden	
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Plaats:	Nederlands Continentaal Plat blokken P2, P5, P6, P9, Q4, Q5, Q7 en Q8
Toponiem:	Toekomstig windturbinepark Tromp Binnen en kabels naar Nederlandse kust
Kaartblad:	International Chart Series NL 2593
Coördinaten:	528980, 5859050 – 529430, 5847530 – 538672, 5844450 – 607900, 5816730 – 543120, 5850725 (UTM ED50)
Bevoegd gezag:	RACM
Deskundige namens het bevoegd gezag:	P. Stassen
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):	29776
Periplus-project code:	08A014
Periode van uitvoering:	Juni 2008
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare, Amsterdam

Samenvatting

In opdracht van RWE Energy Nederland NV heeft Periplus Archeomare BV in samenwerking met ADC Archeoprojecten een bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied van een nieuw aan te leggen Windturbine Park en hieraan verbonden kabels naar de kust van Nederland. Hierbij worden de blokken P2, P5, P6, P9, Q8, Q9 en Q11 doorkruist.

Op basis van historische en aardwetenschappelijke gegevens kan worden geconcludeerd dat een deel van de plangebieden (top *Pleistoceen*) ooit geschikt is geweest voor menselijke bewoning. Voor het plangebied van de windturbines zal deze archeologische laag verstoord worden. Voor de kabelroute ligt de laag beneden de verstoringdiepte liggen waardoor deze niet bedreigd wordt.

Naast mogelijke prehistorische bewoningsresten bestaat de kans op de aanwezigheid van (historische) scheepswrakken of wrakresten in de plangebieden. Eventueel aanwezige scheepsresten zullen matig tot goed in de bodem geconserveerd zijn afhankelijk van de sedimenten, waarin of waarop de wrakken rusten.

Geadviseerd wordt om op de zichtbare contacten van de *side scan sonar* data en eventuele *subbottom profiler* data van de (nog uit te voeren) geofysische *site survey* en *route survey* een analyse en rapportage te laten uitvoeren door een senior prospector waterbodems en een archeoloog, waarbij ook het *Pleistocene paleolandschap* in het plangebied van de windturbines gereconstrueerd wordt. Gezien het feit dat deze data gebiedsdekkend zijn, zal voor de zogenaamde 'opwaterfase' van het archeologisch inventarisend veldonderzoek, het vervolg op dit bureauonderzoek, met deze dataset kunnen worden volstaan. Er hoeft dus geen nieuw veldonderzoek te worden opgestart. Voorwaarde is wel dat de data kwaliteit van de geofysische gegevens voldoende is. Voor deze vervolgfase is een Programma van Eisen (PvE) vereist.

1. Inleiding

In opdracht van RWE Energy Nederland NV heeft Periplus Archeomare BV in samenwerking met ADC Archeoprojecten een bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied van een nieuw aan te leggen Windturbine Park en hieraan verbonden kabels naar de kust van Nederland. Hierbij worden de blokken P2, P5, P6, P9, Q8, Q9 en Q11 doorkruist.

Het onderzoek was noodzakelijk om te bepalen of bij de voorgenomen activiteiten de kans bestaat dat archeologische resten in het plangebied worden aangetast. Dit onderzoek is verplicht in het kader van de Wet op de archeologische monumentenzorg (21 december 2006), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992). Het doel van het bureauonderzoek is het verwerven van informatie over bekende of verwachte archeologische waarden binnen het omschreven gebied.[1] In bijlage 1 wordt het protocol KNA waterbodems grafisch weergegeven.

Voor een archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- Zijn er (aanwijzingen voor) archeologische waarden in het plangebied aanwezig, en zo ja, wat is naar verwachting de omvang, ligging, aard en datering hiervan?

Indien er archeologische waarden aanwezig zijn:

- In welke mate worden deze waarden verstoord door realisatie van de geplande bodemingreep?
- Hoe kan deze verstoring door planaanpassing tot een minimum worden beperkt?

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?

Het bureauonderzoek is uitgevoerd in juni 2008 door: Bart van Mierlo, Seger van den Brenk (beiden senior prospector specialist waterbodems) en Wouter Waldus (senior KNA-archeoloog).

[1] Het bureauonderzoek is de eerste stap in het archeologische vooronderzoek in het kader van een geplande bodemingreep, vastgelegd in de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) waterbodems 3.1. Zie ook: www.sikb.nl.

2. Methoden

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 3.1). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Het bureauonderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

Het bureauonderzoek bestaat uit zes onderdelen (specificaties LS01wb t/m LS06wb). In de eerste vier onderdelen zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik
- Beschrijving van de huidige situatie
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05wb). Hierin wordt verwoord of, en zo ja welke, archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 4, conclusies. Het bureauonderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

2.1. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Olie en Gasportaal 2008 (www.nlog.nl)
- Dienst der Hydrografie
- Rijkswaterstaat Noordzee
- TNO-NITG 2008; geologische boringen en kaarten
- Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten (RACM)
- Register NFLA (Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie)
- Bergings en identificatiedienst (BID) Koninklijke landmacht
- Database Periplus Archeomare
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 36.

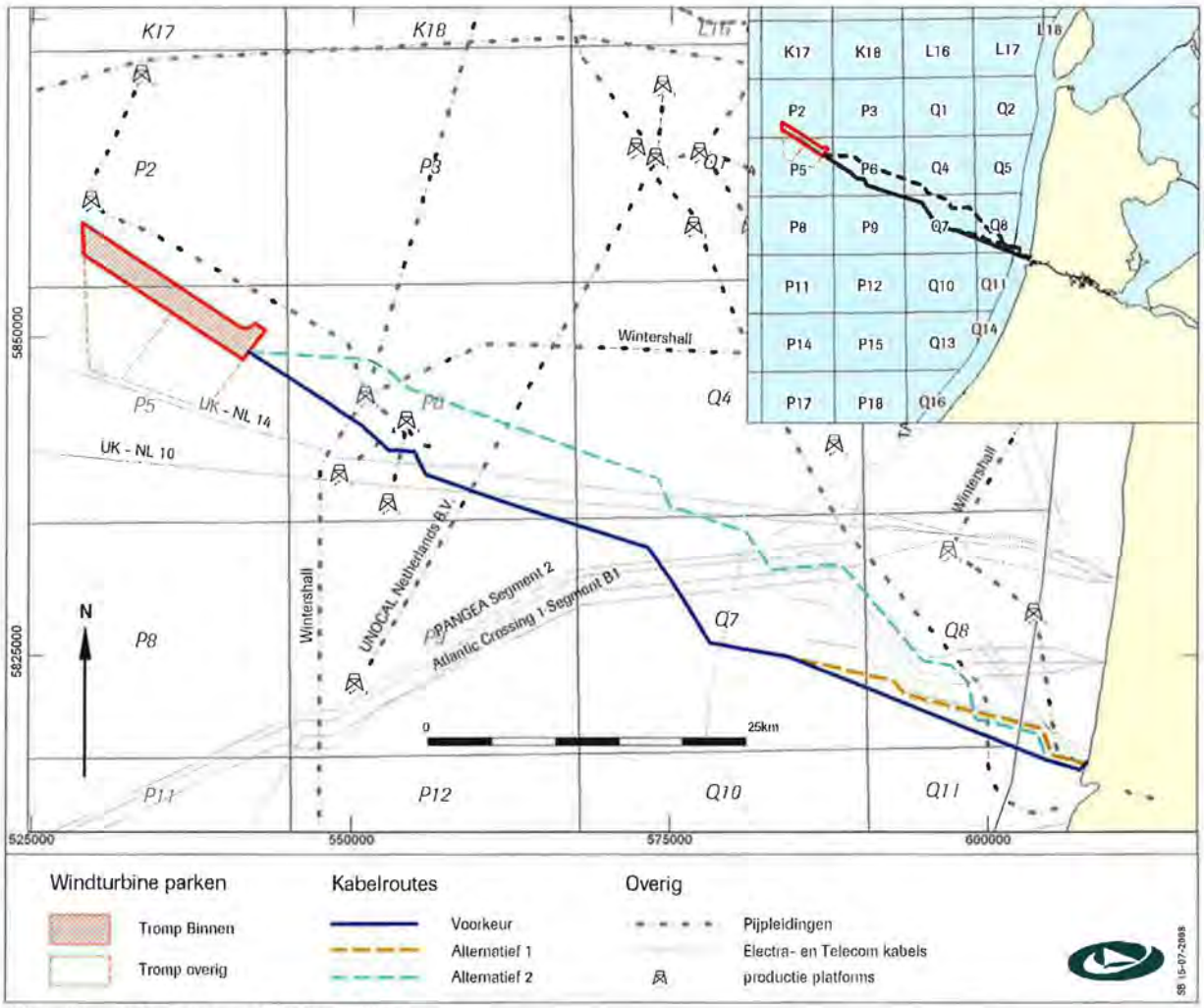
3. Resultaten

3.1. *Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)*

Het plangebied ligt in de Noordzee op ongeveer 80 km ten west-noordwesten van IJmuiden. In dit gebied is een nieuw offshore windturbinepark gepland. Dit archeologisch bureauonderzoek richt zich op de volgende deelgebieden:

- Windturbinepark Tromp-Binnen
- Voorkeursroute voor de kabel naar de kust
- Alternatieve Route 1 voor de kabel naar de kust
- Alternatieve Route 2 voor de kabel naar de kust

Voor de aanleg van het windturbine park wordt een groot aantal windturbines neergezet (tussen de 48 en 89), die door middel van een stalen of betonnen constructie in de zeebodem zullen worden verankerd. Verder worden de individuele windturbines door middel van kabels met een centrale transformator in het midden van het gebied verbonden. Van daaruit zal een kabel naar de kust worden aangelegd.



Afbeelding 1. Locatie van het plangebied.

Plangebied Tromp Binnen

Het is nog niet duidelijk welk type windturbines geplaatst gaan worden en wat de mogelijke verstoring van de zeebodem zal zijn. Afhankelijk van het soort turbine zijn er twee opties:

- **Monopile:** Dit fundatietype is over het algemeen geschikt voor ondiep water tot middelgrote waterdiepten. Het bestaat uit één enkele stalen paal die met een hydraulische hamer in de grond wordt geheid, dan wel middels een combinatie van heien en ingraven. De dikte en de diameter van de paal zullen in het algemeen toenemen met de waterdiepte waarin deze geplaatst wordt. Hierbij kan bij relatief grotere waterdiepten de paal dusdanig lang en zwaar worden dat deze moeilijk door beschikbare bouwinstallaties/-schepen kunnen worden geïnstalleerd. Dit geldt voor waterdiepten groter dan 30 meter, dan wel voor turbines van 5 MW. De maximale bodemverstoringsdiepte bedraagt 36 meter.
- **Gravity based:** Dit fundatietype is geschikt voor plaatsen met een stabiel zeebed en vaste grondmaterialen. De fundatie heeft een basis van beton of van een staalconstructie die met stenen, zand of water wordt gevuld. Voorafgaand aan de plaatsing van de basis op de zeebodem kan een laag van rotsen/stenen worden aangebracht, waarop deze basis geplaatst wordt. Waar de waterdiepte of de geologie monopiles ongeschikt maken, zijn "gravity based" fundaties een goed alternatief. De maximale bodemverstoringsdiepte bedraagt 6,5 meter.

Voor beide opties geldt dat er een beschermingslaag (stortsteen) op de zeebodem wordt aangebracht ter bescherming van de fundering en kabels. Voor de monopile betreft dit een oppervlak van 1000 m2, voor de Gravity Based optie is dit 2400 m2.

Kabelroute

Omdat de definitieve route van de kabel naar de kust nog niet is vastgesteld is ervoor gekozen de 3 routes apart te beschrijven.

De kabel zal door middel van een sleuf onder de zeebodem worden gelegd, over een afstand van ongeveer 80 kilometer. De breedte van de aan te leggen sleuf bedraagt ca 2 meter met een diepte van ca 1.5 tot 2 meter. De sleuf zal worden aangelegd met behulp van een zogenaamde "cable trencher". Hiermee wordt met waterjets de bodem onder de kabel weggespoten, waarbij de omringende bodem onaangetast blijft. Voor het aanleggen van de trench of sleuf zullen geen verankeringen in het plangebied plaatsvinden. Het *trenchen* vindt plaats met een ROV (Remotely Operated Vehicle).

Na het *leggen en trenchen* van de kabel zal de sleuf of direct worden dichtgemaakt - of door natuurlijke processen dichtslibben. De ontwikkelingen hebben dus geen consequenties voor het toekomstige gebruik van het gebied. Het effect van de ontwikkelingen op de omringende bodem zal gering zijn.

In dit bureauonderzoek wordt de zone beschreven die 500 meter aan weerszijden van de kabelroutes ligt.

Om de definitieve route van de kabel vast te stellen zal voorafgaande aan de bodemingreep het gebied met een geofysische survey in kaart worden gebracht. Voor het gebied waar het windturbine park wordt geïnstalleerd zal een zogenaamde site survey worden uitgevoerd.

De definitie van de plangebieden en kabelroutes zoals dat in dit rapport wordt besproken in tekst en afbeeldingen is afgeleid uit de bovenstaande gegevens.

3.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

Het plangebied voor het windturbinepark Tromp-Binnen bestaat uit een zandige waterbodem[2], waarbij de diepte varieert tussen 24 en 32 meter ten opzichte van LAT (laagste astronomische getij)[3]. Het gebied wordt doorsneden door een aantal langgerekte zandbanken, lopend van zuid naar noord. Daar bovenop gesuperponeerd lopen zandgolven globaal oost-west (zie afbeelding 2).

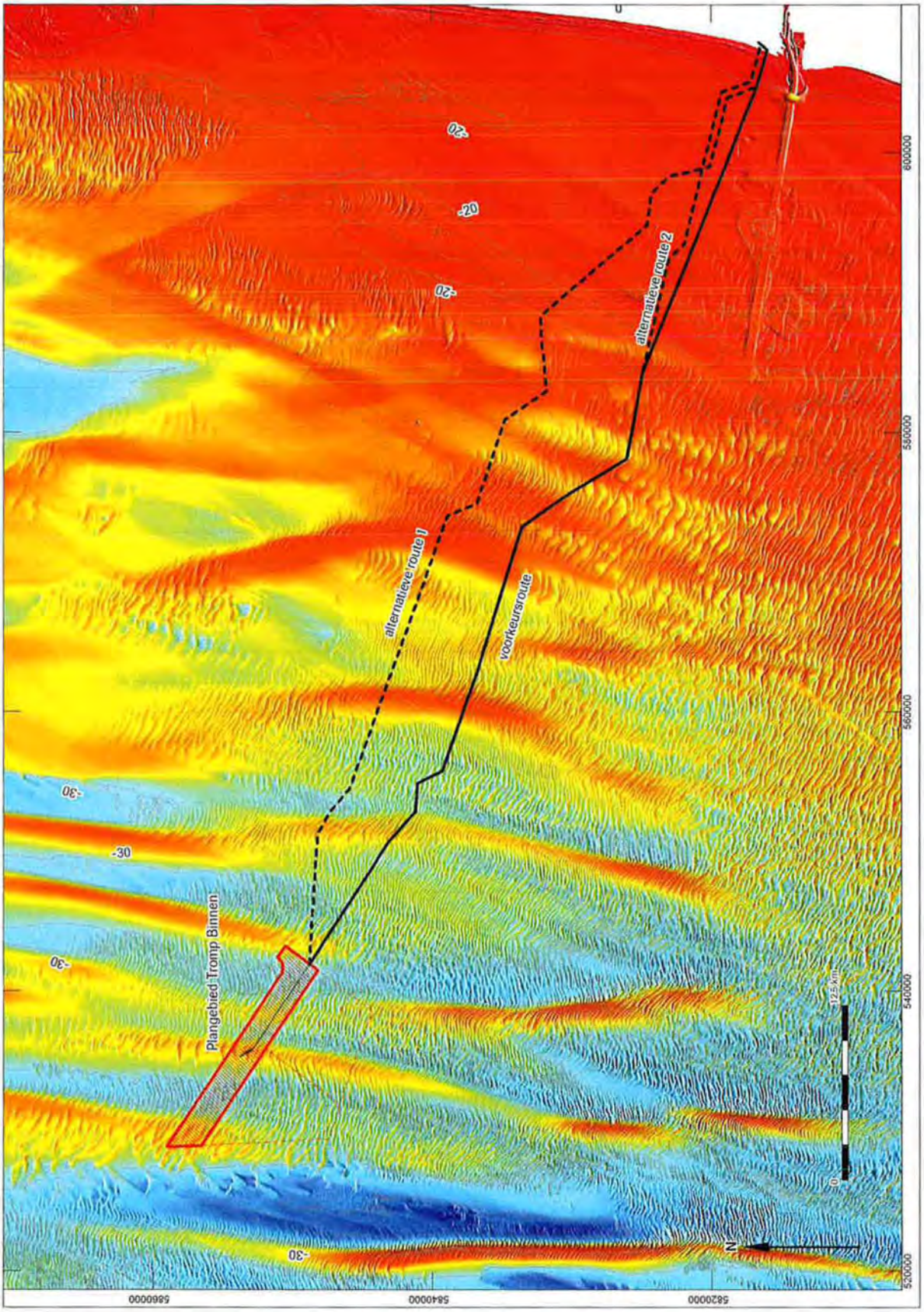
De zandbanken of getijbanken zijn ontstaan na de laatste ijstijd als gevolg van het rijzende zeeniveau. Het huidige zandtransport is voornamelijk naar het noorden als gevolg van de dominante stromingsrichting.

Voor de kabelroutes varieert de diepte van 32 meter aan de rand van het plangebied tot 0 meter aan de Nederlandse kust. Ook langs de routes wordt voornamelijk een zandig sedimentpakket verwacht. De verschillende routes doorkruisen diverse gebruikersgebieden, zoals vaargeulen en zandwingebieden. De routes kruisen de volgende kabels en leidingen:

Lijst van Kruisingen	Voorkeursroute	Alternatief 1	Alternatief 2
ABANDONED Rioja 3 Telecom Kabel	v	v	v
ABANDONED UK - NL 10 Telecom Kabel	v	v	v
Atlantic Crossing 1 Segment B1 Telecom Kabel	v	v	v
P12-SW to P6-A pijpleiding	v		v
P2-NE to P6-A pijpleiding		v	
P6-A to L10-A pijpleiding		v	
P6-D to P6-B pijpleiding	v		v
P6-S to P6-B pijpleiding	v		v
P9-Horizon-A to Q1-Helder-AW pijpleiding		v	
Pangea Segment 2 Telecom Kabel	v	v	v
Q1-Helder to P9-Horizon pijpleiding	v		v
Q1-Helm-AP to IJmuiden pijpleiding	v	v	v
Q4-A to P6-A pijpleiding		v	
Q7-WP-Noord Electra Kabel		v	
Q7-WP-Zuid Electra Kabel		v	
Rembrandt 1 Telecom Kabel	v	v	v
TAT14 Segment J Telecom Kabel	v	v	v
UK - NL 14 Telecom Kabel	v	v	v

Tabel 3. Kruisingen met bestaande kabels en leidingen

[2] Geologische kaart Flemish Bight 1984.
[3] Digitaal Dieptebestand Hydrografische Dienst 2008.



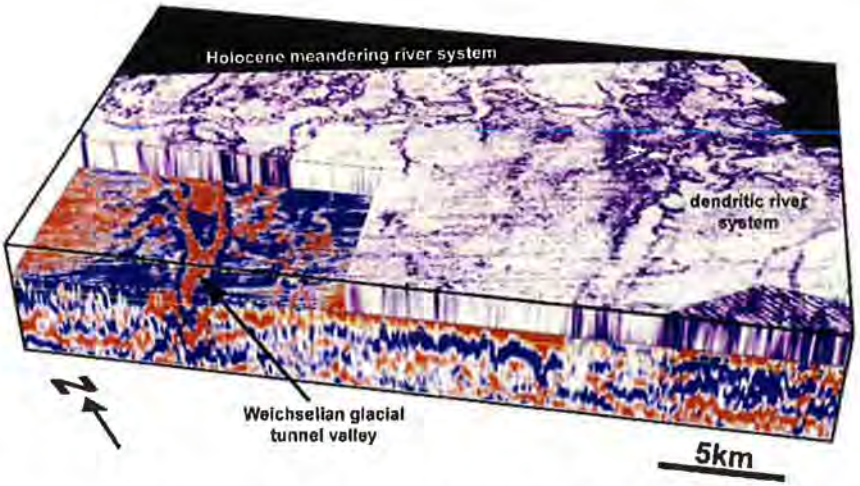
Afbeelding 2. Kleurendieptekaart van het plangebied en de kabelroutes (bron: Hydrografische Dienst).

3.3. Beschrijving van het plangebied en mogelijke verstoringen (LS03wb)

Historische situatie

Het gebied van de Noordzee vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat dat werd bevolkt door jager-verzamelaars. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.000 jaar geleden) steeg de temperatuur en de zeespiegel in het Noordzee-bekken. De bewoners van het gebied waren genoodzaakt naar hoger gelegen gebieden te vertrekken.[4] Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die onder meer bij de Doggersbank zijn gevonden. Recentelijk zijn er ook aanwijzingen gevonden dat op de Bruine Bank bewoning kan hebben plaatsgevonden.[5]

De zeespiegelstijging ging samen met het verdrinken van oude landschappen die door middel van geofysische technieken in beeld gebracht kunnen worden. Onlangs is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie industrie een goed bewaard prehistorisch landschap gereconstrueerd nabij de Engelse oostkust.[6]

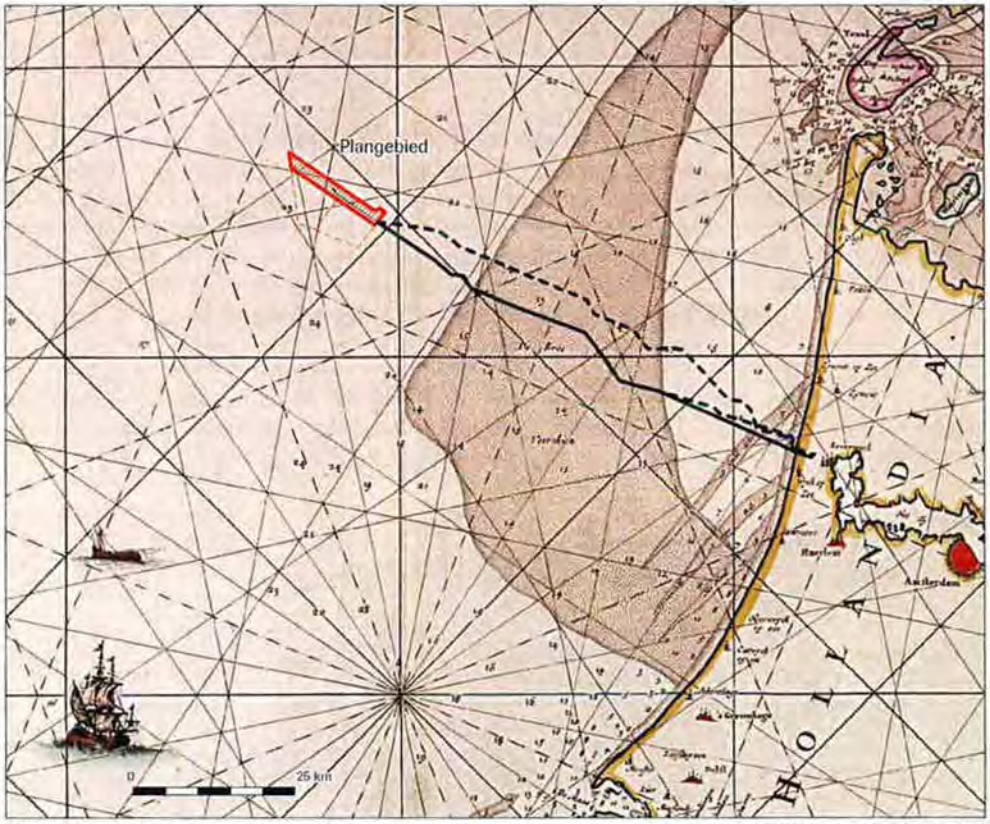


Afbeelding 3. Reconstructie van prehistorisch landschap op basis van seismische gegevens[7]

Scheepvaart

De vroegste en meest concrete aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren vanaf de Bronstijd.[8] Het gaat dan wel om indirecte gegevens. Het zijn in Nederland gevonden bronzen voorwerpen die als grafgiften zijn meegegeven aan de doden. Van enkele van deze voorwerpen kan op basis van stijl gesteld worden dat ze Brits zijn en deze zijn per schip overgebracht naar het continent. Vanaf de eerste contacten in de Bronstijd is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium.

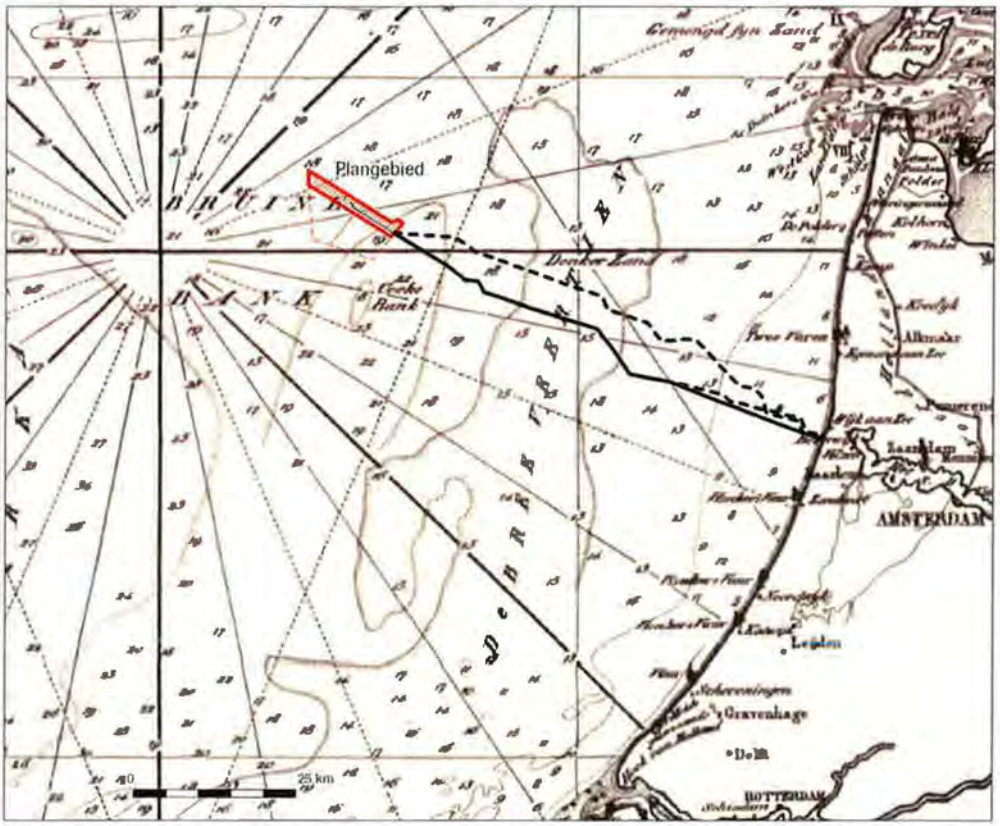
[4] Gaffney e.a. 2007.
[5] Waddington, C. en K. Pedersen, 2007
[6] Zie het project 'North sea paleolandcapes' van de Universiteit van Birmingham.
[7] Gaffney e.a. 2007
[8] Maarleveld en Van Ginkel 1990, 42-44.



Afbeelding 4. Het plangebied en kabelroutes geprojecteerd op de Pascaert uit 1675 van Frederik de Wit

Vanaf de vroege en volle Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.[9] Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes.

[9] Kramer e.a. 2003; Cunliffe 2001, 484-488.



Afbeelding 5. *Het plangebied en kabelroutes geprojecteerd op de kaart uit 1852 van Jacob Swart*

Deze scheepvaartgeschiedenis in hoofdlijnen is met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder bepaalde gunstige omstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.

Verstoringen

Verstoringen van de Noordzeebodem worden over het algemeen veroorzaakt door het leggen van kabels en leidingen ten behoeve van de olie- en gasindustrie of telecom bedrijven. Naast deze vorm van verstoring resulteert intensieve bevissing in verstoring van de toplaag van de waterbodem.

Direct onder de kust worden op verschillende plaatsen vaarroutes op diepte gehouden. Als gevolg van deze baggeractiviteiten wordt de bodem verder verstoord. Echter het betreft hier onderhoud. Dus alleen opnieuw ingespoeld sediment wordt normaal gesproken weggehaald.

3.4. *Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens (LS04wb)*

Archeologie Continentaal Plat algemeen.

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu RACM) is in samenwerking met Rijkswaterstaat Noordzee en TNO-NITG een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 6).[10] De basisgegevens voor deze kaart zijn geologische kaarten, archeologische waarnemingen en een verwachtingsmodel.

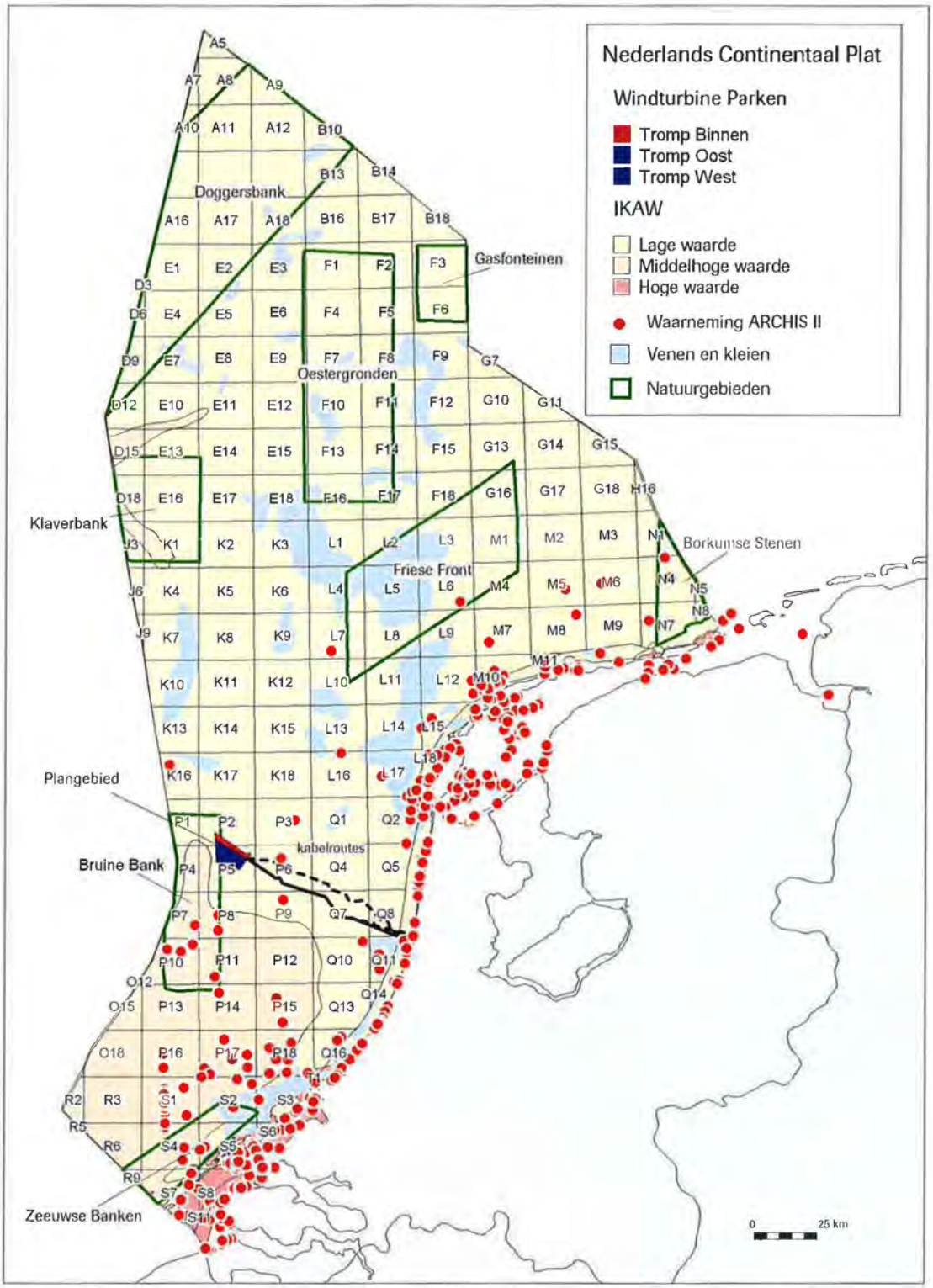
De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer.

De mate van conservering hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een slap sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en afgedekt raakt. Op deze wijze blijft het in goede staat bewaard. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Waar het om vroeg *Holocene* afzettingen gaat kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen.

Uit recent onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.[11] De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal op basis hiervan in de toekomst moeten worden herzien.

[10] Deeben et al. 2002.
[11] Zie het project 'North sea paleolandcapes' van de Universiteit van Birmingham.

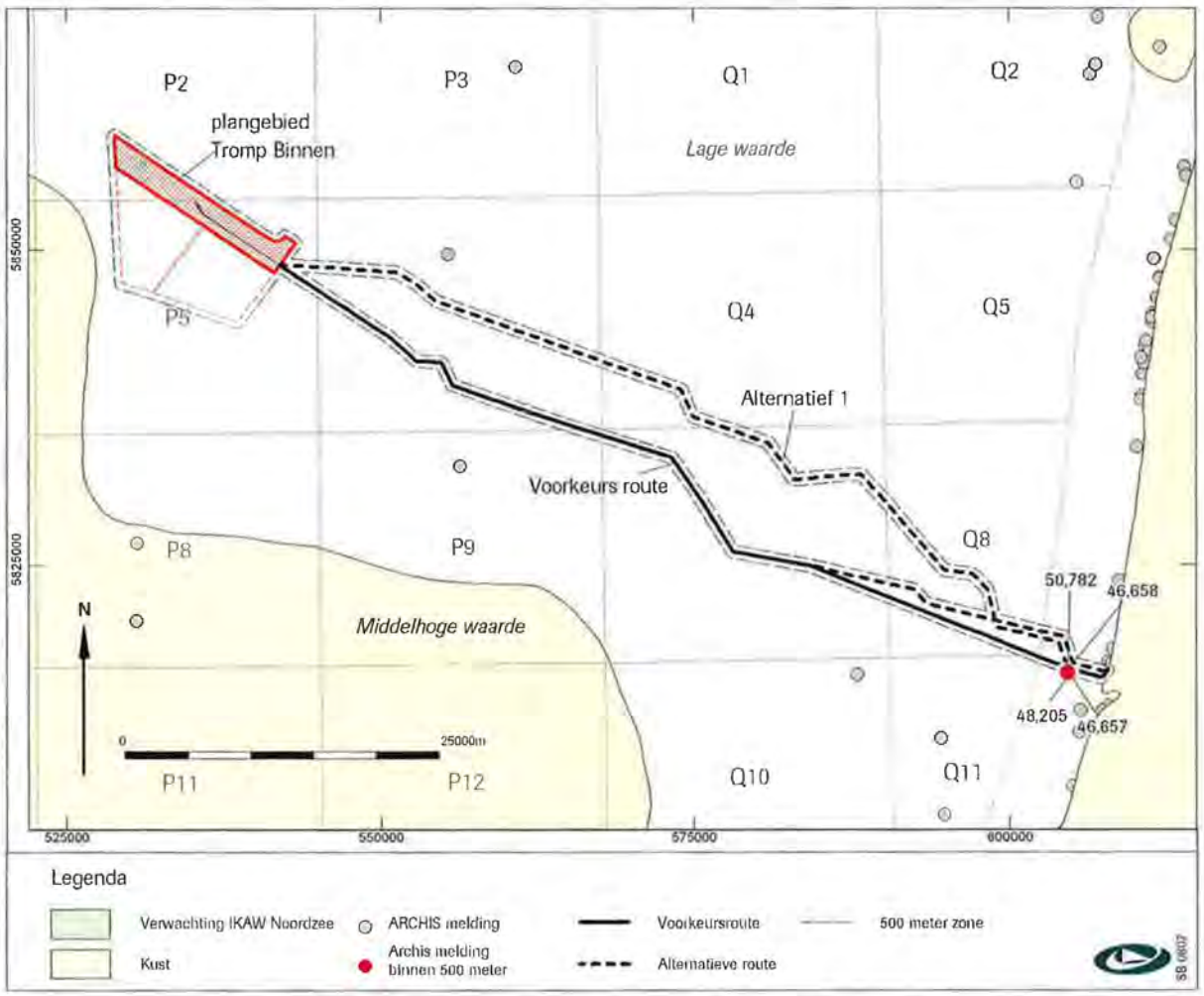


Afbeelding 6. Overzichtskaart archeologie- en natuurwaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

Omgeving plangebied

ARCHIS II is de officiële database van de RACM waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 250.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn. Binnen het plangebied voor het windturbinepark zijn geen waarnemingen bekend.

Binnen 500 meter van de kabelroutes zijn in totaal 4 ARCHIS waarnemingen bekend (zie afbeelding 7). Deze liggen dicht onder de kust.



Afbeelding 7. Overzichtskaart van ARCHIS waarnemingen in het plangebied en langs kabelroutes.

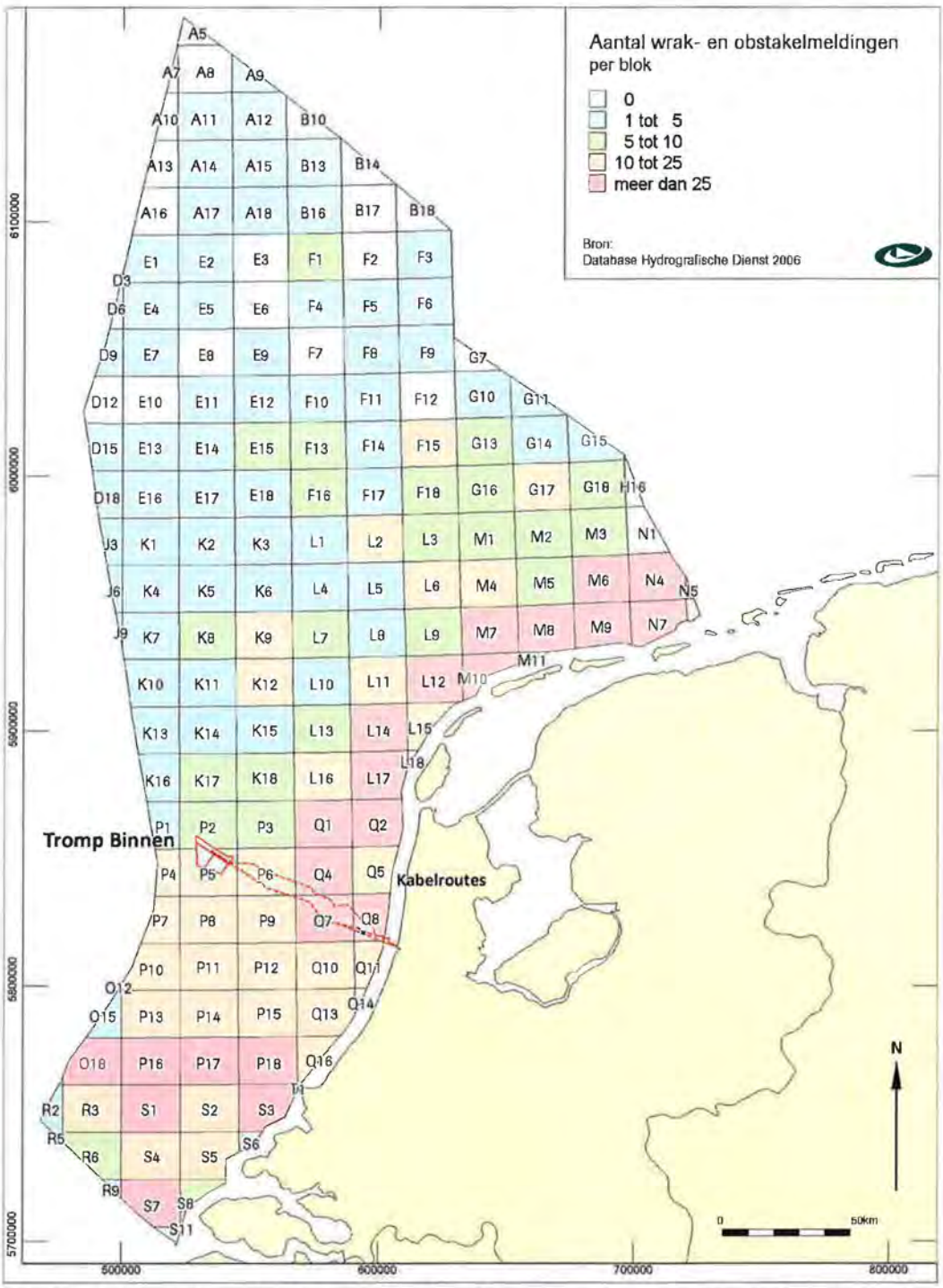
Nr	Toponiem	Omschrijving
46657	Noordzee NCP Blok Q11 1	Scheepswrak Louise Gerdina, datering Nieuwe Tijd
46658	Noordzee NCP Blok Q11 2	Scheepswrak, datering onbekend
48205	Noordzee NCP Blok Q11	Scheepswrak Houten (?) vaartuig "Louise Gerdina", mast steekt boven water uit. Datering: 1879.
50782	Baloeran Boei NCP Blok Q11	Bijl met afgebroken steel, afm. 52 x 28 cm., datering Late Middeleeuwen tot Nieuwe Tijd

Tabel 4. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen 500 meter van het plangebied.

De waarneming van het scheepswrak "Louise Gerdina" (nrs. 46657 en 48205) komt twee keer voor, echter op verschillende locaties (50 meter uit elkaar. Omdat niet duidelijk is wat de werkelijke positie is, zijn beide waarnemingen opgenomen.

Overige objecten en waarnemingen

In de Noordzee zijn veel meldingen gedaan van scheepswrakken, vliegtuigwrakken en andere objecten (zie afbeelding 8 ter illustratie). Deze meldingen zijn geregistreerd bij diverse bronnen.



Afbeelding 8. Overzicht van de objectendichtheid per blok gebaseerd op de wrakkendatabase Hydrografische Dienst

Voor dit bureauonderzoek zijn de volgende vragen van belang:

- Wat voor objecten en/ of waarnemingen zijn er bekend binnen de plangebieden?
- Wat is de bron en de betrouwbaarbaarheid van deze gegevens?
- Zijn deze deze objecten of waarnemingen van mogelijke archeologische waarde?

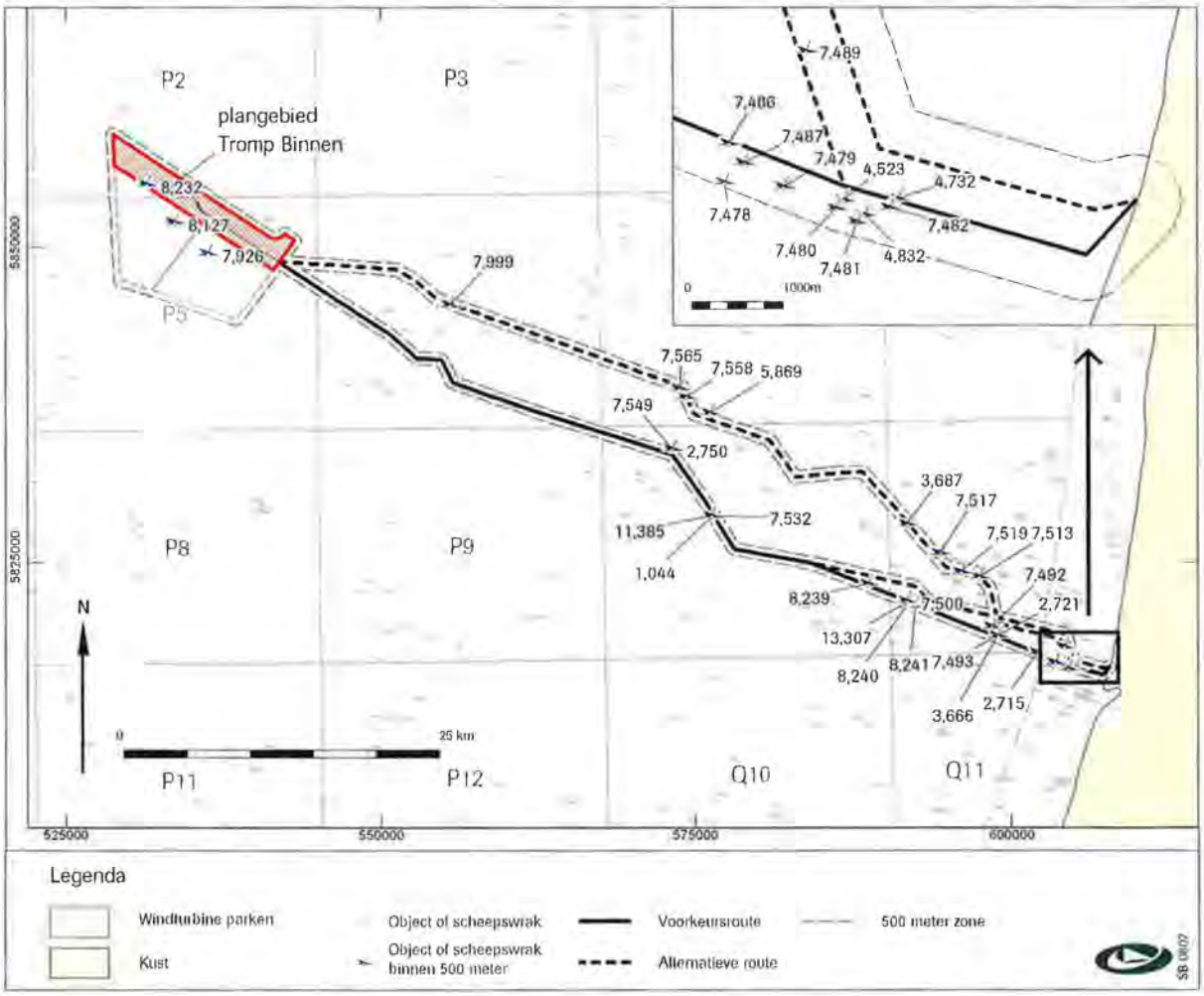
Voor een inventarisatie van objecten en overige waarnemingen in en rondom de plangebieden is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Wrakkenregister Dienst der Hydrografie
- Wrakkendatabase Rijkswaterstaat Noordzee (DNZ)
- Database Periplus Archeomare
- Database Landelijke Werkgroep Archeologie Onderwater (LWAOW)
- Europese Wrakkendatabase Pandora (België)
- Register NFLA (Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie)
- Bergings- en identificatiedienst (BID) Koninklijke landmacht

Binnen deze verschillende bronnen is een aantal objecten en waarnemingen bekend binnen de plangebieden, met overlap tussen de bronnen. De betrouwbaarheid van de gegevens is echter een probleem. Vrijwel geen enkele bron biedt gegevens betreffende de nauwkeurigheid van de positionering van de gegevens. In de praktijk zijn (oudere) waarnemingen vaak geregistreerd zonder hulp van GPS, of zijn fouten gemaakt bij het gebruik en omrekenen in en van de verschillende projecties (ED50, WGS84, RD).

Het wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie in combinatie met de database van RWS Noordzee levert in principe de meest betrouwbare gegevens, omdat deze waarnemingen met moderne apparatuur vaak geverifieerd zijn. Deze gegevens vormen dan ook de basis voor het overzicht in dit onderzoek, en zijn aangevuld met gegevens uit andere bronnen. Het nummer, dat in dit rapport gebruikt wordt om een object aan te duiden in zowel de tabellen als afbeeldingen, is een uniek nummer uit de Periplus Archeomare database.

Omgeving plangebied en kabelroutes



Afbeelding 9. Overzicht van overige bekende objecten in de omgeving van het plangebied

Afbeelding 9 geeft een overzicht van de overige bekende objecten in het plangebied en langs de diverse routes. In blauw zijn de wrakken/obstakels aangegeven die binnen een zone van 500 meter van het plangebied of aan beide

zijden van de aangegeven routes liggen. De overige objecten worden in grijs aangegeven. De onderstaande tabellen geven de locaties en beschrijvingen weer van de waargenomen objecten.

Plangebied Windturbineparken

Binnen de plangebieden van de windturbineparken zijn drie objecten bekend. Het betreft twee wrakken en één onbekend object. Deze waarnemingen zijn afkomstig uit het wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie. Één van de objecten valt binnen het plangebied Tromp Binnen, de overig twee objecten liggen in de andere plangebieden. De details over de waarnemingen worden weergegeven in onderstaande tabel.

Nr	Soort	Omschrijving	Easting (ED50)	Northing (ED50)	Bron	Opmerking
7926	Scheepswrak	Hydro_2766	536336	5849529	DNZ	Valt buiten plangebied Tromp Binnen
8127	Scheepswrak	Hydro_3003	533671	5852023	DNZ	Valt buiten plangebied Tromp Binnen
8232	Onbekend	Hydro_3108	531459	5855016	DNZ	

Tabel 5. Overzicht van wrakken en objecten binnen de plangebieden

Voorkeursroute

Binnen 500 meter van de voorkeursroute zijn 21 objecten gevonden uit verschillende bronnen. Enkele objecten, zoals het scheepswrak "Leliegracht" en de "Baloeran" komen voor in verschillende bronnen en op verschillende locaties. Omdat niet met zekerheid vastgesteld kan worden welke bron de juiste locatie geeft, worden beide bronnen weergegeven in zowel afbeelding 9 als tabel 6. Na weglating van de duidelijk dubbele gegevens bedraagt het aantal unieke objecten 17. De details staan weergegeven in onderstaande tabel, inclusief de "dubbele" objecten die in verschillende bronnen op verschillende locaties worden vermeld.

Nr	Soort	Omschrijving	Easting (ED50)	Northing (ED50)	Bron	Afstand tot route in meter
4523	scheepswrak	MS Baloeran, gebouwd 1930 voor Koninklijke Rotterdamsche Lloyd, 16981 ton, vergaan 1943	604603	5816623	Pandora	140 (ten zuiden)
4732	scheepswrak	Hertha M, Duitse Coaster, gebouwd 1946, vergaan 16-09-1970	605191	5816636	Pandora	30 (ten noorden)
4832	scheepswrak	Louise Gerdina	604833	5816461	Pandora	240 (ten zuiden)
5035	scheepswrak	Telegraaf	591748	5821914	Pandora	2 (ten noorden)
7478	scheepswrak	Hydro_2192	603299	5816812	RWS DNZ	450 (ten zuiden)
7479	scheepswrak	Hydro_2193	603942	5816764	RWS DNZ	250 (ten zuiden)
7480	scheepswrak	Hydro_2194, MS Baloeran	604513	604513	RWS DNZ	250 (ten zuiden)
7481	scheepswrak	Hydro_2195, Louise Gerdina	604743	5816379	RWS DNZ	340 (ten zuiden)
7482	scheepswrak	Hydro 2196, Hertha M	605098	5816541	RWS DNZ	80 (ten zuiden)
7485	scheepswrak	Hydro_2199, vergaan 1912	602108	5817838	RWS DNZ	90 (ten noorden)
7486	scheepswrak	Hydro_2200, Bark	603347	5817246	RWS DNZ	20 (ten zuiden)
7487	scheepswrak	Hydro_2201	603502	5817032	RWS DNZ	170 (ten zuiden)
7493	scheepswrak	Hydro_2207	598969	5819164	RWS DNZ	140 (ten noorden)
7500	scheepswrak	Hydro_2214	591738	5821917	RWS DNZ	1 (ten noorden)
7532	scheepswrak	Hydro_2250, Leliegracht, vergaan 1973	576353	5828657	RWS DNZ	131 (ten zuiden)
7549	scheepswrak	Hydro_2269	573196	5834009	RWS DNZ	400 (ten noorden)
8239	Onbekend	Hydro_3115	588712	5823268	RWS DNZ	130 (ten noorden)
8240	Onbekend	Hydro_3116	591761	5821537	RWS DNZ	350 (ten zuiden)
8241	Onbekend	Hydro_3117	592462	5821537	RWS DNZ	90 (ten zuiden)
11385	scheepswrak	Hydro_2250, Leliegracht, Coaster, 1113 ton, bouwjaar 1967, vergaan 28-09-1973	576328	5828680	LWAOW	142 (ten zuiden)
13307	scheepswrak	Telegraaf	591720	5821774	LWAOW	140 (ten zuiden)

Tabel 6. Overzicht van wrakken en objecten binnen 500 meter van de voorkeursroute

Alternatieve Route 1

Binnen 500 meter van de alternatieve route 1 zijn (daar waar de route afwijkt van de voorkeursroute) acht "unieke" objecten gevonden uit verschillende bronnen. De details staan weergegeven in onderstaande tabel.

Nr	Soort	Omschrijving	Easting (ED50)	Northing (ED50)	BRON	Afstand tot route in meter
5869	scheepswrak	Hydro_203	576196	5836830	RWS DNZ	480 (ten noorden)
7489	scheepswrak	Hydro_2203	604193	5818253	RWS DNZ	80 (ten noorden)
7513	scheepswrak	Hydro_2227	597510	5823827	RWS DNZ	20 (ten zuiden)
7517	scheepswrak	Hydro_2231, Hellas	594414	5825720	RWS DNZ	420 (ten noorden)
7519	scheepswrak	Hydro_2233	596044	5824222	RWS DNZ	170 (ten zuiden)
7558	scheepswrak	Hydro_2278	574303	5838093	RWS DNZ	40 (ten zuiden)
7565	scheepswrak	Hydro_2285	573801	5838792	RWS DNZ	160 (ten zuiden)
7999	scheepswrak	Hydro_2852	555540	5845455	RWS DNZ	30 (ten zuiden)

Tabel 7. Overzicht van wrakken en objecten binnen 500 meter van alternatieve route 1

Alternatieve route 2

Binnen 500 meter van de alternatieve route 2 is (daar waar de route afwijkt van de voorkeursroute) 1 object gevonden. De details staan weergegeven in onderstaande tabel.

Nr	Soort	Omschrijving	Easting (ED50)	Northing (ED50)	BRON	Afstand tot route in meter
7492	Scheepswrak	Hydro_2206	598521	5819866	RWS DNZ	500 (ten zuiden)

Tabel 8. Overzicht van wrakken en objecten binnen 500 meter van alternatieve route 2

Achtergrondgegevens scheepswrakken

In de onderstaande tabel is aanvullende informatie opgenomen over de wrakken afkomstig uit het wrakkenregister van de Dienst ter Hydrografie.

Nr *1	Wraknummer Dienst Hydrografie	Naam	Diepte (GLLWS) *2	Nader gegevens
5869	Hydro 203			Nadere gegevens ontbreken
7478	Hydro 2192		8.4	Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7479	Hydro 2193		10.6	Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7480	Hydro 2194	Baloeran	3.8	Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7481	Hydro 2195	Louise Gerdina		Nadere gegevens ontbreken
7482	Hydro 2196	Hertha M.	6.2	Wrak met minst gelode diepte
7485	Hydro 2199			Vergaan 1912, nadere gegevens ontbreken
7486	Hydro 2200	Bark		Nadere gegevens ontbreken
7487	Hydro 2201			Nadere gegevens ontbreken
7489	Hydro 2203			Nadere gegevens ontbreken
7492	Hydro 2206		12	Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7493	Hydro 2207			Nadere gegevens ontbreken
7500	Hydro 2214		13.5	Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7513	Hydro 2227		12	Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7517	Hydro 2231	Hellas		Nadere gegevens ontbreken
7519	Hydro 2233		16.5	Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7532	Hydro 2250	Leliegracht	18	Vergaan 1973, Wrak met aangegeven minste diepte, afgedregd met dregtuig of door duiker
7549	Hydro 2269			Nadere gegevens ontbreken
7558	Hydro 2278		22.5	Wrak met minst gelode diepte
7565	Hydro 2285		22.5	Wrak met minst gelode diepte
7926	Hydro 2766		27	Wrak met minst gelode diepte
7999	Hydro 2852		28	Wrak met minst gelode diepte
8127	Hydro 3003		25.5	Wrak met minst gelode diepte
8232	Hydro 3108			Nadere gegevens ontbreken
8239	Hydro 3115			Nadere gegevens ontbreken
8240	Hydro 3116			Nadere gegevens ontbreken
8241	Hydro 3117			Nadere gegevens ontbreken

Tabel 9. Achtergrondinformatie over wrakken uit het wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie

*1 Nr. is objectnummer uit database Periplus Archeomare, en wordt gebruikt in de afbeeldingen.
*2 GLLWS staat voor gemiddeld laag – laagwaterspring, het reductievlak gebruikt tot september 2006.

Van twee wrakken, gelegen langs de voorkeursroute, zijn aanvullende gegevens gevonden uit verschillende bronnen op Internet. Het gaat om de 'Baloeran' en de kustvaarder 'Leliegracht'. De details staan hieronder weergegeven.

Afbeelding 10. Foto van het MS Baloeran[12]

De volgende informatie is afkomstig van de website 'www.wrecksite.eu'.

Het MS Baloeran werd gebouwd in 1930 door de Schelde, Vlissingen voor de Koninklijke Rotterdamsche Lloyd. Haar afmetingen bedragen: 168,8 x 21,4 x 9,1 meter bij 16.981 ton. Haar eerste reis begon op 16 april 1930 van Rotterdam naar India. Tijdens de Tweede Wereldoorlog werd het schip gevorderd door de Duitsers en hernoemd als MS Strassburg. In 1941 werd ze omgebouwd en ingezet als hospitaalschip tussen 20 juli 1941 tot 30 mei 1943. Op 1 september 1943 liep ze, onderweg van Rotterdam naar Hamburg op een mijn in de buurt van IJmuiden waarna ze 3km ten noorden van de Noorder pier in IJmuiden aan de grond liep. Het wrak werd gedeeltelijk verbrand tijdens een Britse luchtaanval op 19 en 20 september 1943.

[12] www.wrecksite.eu

Afbeelding 11. De kustvaarder Leliegracht

De volgende informatie is afkomstig uit een persoonlijk verslag van de heer Broekstra, bemanningslid Leliegracht[13]

De Leliegracht was een onder Nederlands vlag varende kustvaarder, gebouwd in 1967. Op 28 september 1973 verging het schip slechts 17 mijl uit de kust van IJmuiden. Van de 10 opvarenden verloren tijdens deze ramp vier personen het leven. De lading bestond uit een partij sodiumcarbonaat, daar is op dit moment niet veel meer van over gebleven. Het schip is destijds rechtstandig naar de bodem gezonken, maar in de loop der tijd heeft de sterke stroming zijn sporen nagelaten. Het achterschip is nog redelijk intact. Wel is het voor een groot gedeelte bedekt met visnetten. Je kunt het achterschip binnen gaan. Vanaf de bovenkant zie je de verschillende dekken liggen. Van het middenschip waar de ruimen hebben gezeten is niet veel meer over. Her en der verspreid liggen platen en andere brokstukken. Daar boven wemelt het van de steenbolken. Verstopt onder deze scheepsdelen zitten flink uit de kluiten gewassen kabeljauwen. Overal scharrelen noordzeekrabben rond. Voor hen is hier meer dan voldoende voedsel te vinden. Vanaf het middenschip torent de boeg hoog boven de rest uit. Het heeft onderwater slagzij gemaakt naar stuurboord. Opvallend is dat dit gedeelte niet totaal is overwoekerd met anemonen, maar dat nog grote delen van de roestige scheepshuid zijn te zien.

Samenvatting scheepswrakken en objecten

In totaal zijn 34 objecten binnen 500 meter van het plangebied en routes van de verschillende routes geregistreerd. Hieronder bevinden zich een vijftal dubbele objecten; wrakken uit verschillende databases met verschillende locaties. Het aantal unieke geregistreerde objecten bedraagt dus 29.

Eén van de objecten, het scheepswrak de "Louise Gerdina" is ook opgenomen in de ARCHIS database als object met een archeologische waarde. Onder de overige 28 objecten is een aantal bekende recente scheepswrakken die (nog) geen archeologische waarde hebben. De melding van het scheepswrak "Baloeran" komt overeen met de locatie van ARCHIS melding 46.658 (onbekend wrak). Van één wrak (Hydro 2199) wordt vermeld dat het in 1912 is vergaan, maar nadere gegevens ontbreken. Van de overige wrakobjecten zijn geen nadere gegevens betreffende afmetingen, lading en ouderdom bekend.

De exacte locaties en afmetingen van de verschillende wrakobjecten zullen worden vastgesteld in de (nog uit te voeren) geofysische *site*- en *route* survey.

[13] Joop Broekstra, de ramp met de Leliegracht

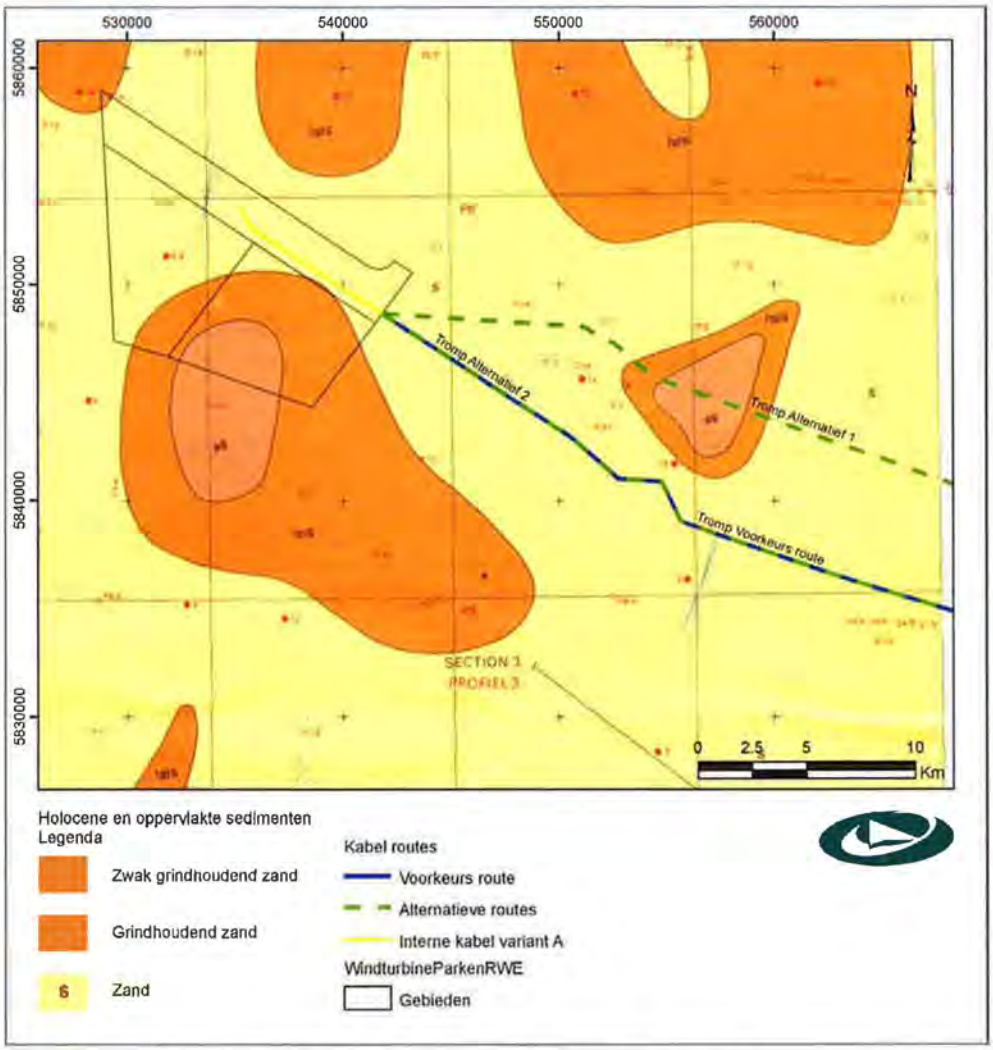
Aardwetenschappelijke gegevens

Aan het einde van de laatste IJstijd (*Weichselien*), ca 11.000 jaar geleden, lag de Noordzee droog en was bewoning mogelijk. Het afsmelten van het ijs resulteerde in een zeespiegelstijging waarbij geleidelijk de huidige Noordzee ontstond. Tegen ongeveer 7500 jaar BP (Before Present = 1950) waren volmariene omstandigheden in het gehele gebied rondom het plangebied aanwezig.[14] In het steeds dieper wordende water werden *Holocene* sedimenten - grotendeels in de vorm van verspoelde *Pleistocene* zanden - afgezet. In- en rondom het plangebied liggen de *Holocene* sedimenten dus *discordant* op glaciale sedimenten uit het Laat-*Pleistoceen*. De dikte van de *Holocene* afzettingen in het plangebied van het windturbinepark varieert van één tot zes meter.

De waterbodem in het plangebied is glooiend als gevolg van de aanwezigheid van grote getijbanken met een noord-zuid strekking. Deze getijbanken zijn asymmetrisch[15], met een steilere oost- dan westflank. Er zijn aanwijzingen dat de getijbanken netto in oostwaartse richting bewegen, maar de precieze snelheid van deze migratie is onbekend.

De waterdiepte varieert tussen 24 en 32 meter ten opzichte van LAT (laagste astronomische getij)[16] in het plangebied van het windturbinepark tot 0 meter (kust) langs de kabelroutes.

Uit oudere en recente boorgegevens in- en in de omgeving van - het plangebied blijkt dat de oppervlaktesedimenten voornamelijk bestaan uit zand met op enkele plaatsen vermenging met grind. Dit komt overeen met de beschrijving in de geologische kaart van TNO-NITG, de voormalige Rijksgeologische Dienst (zie afbeelding 12).

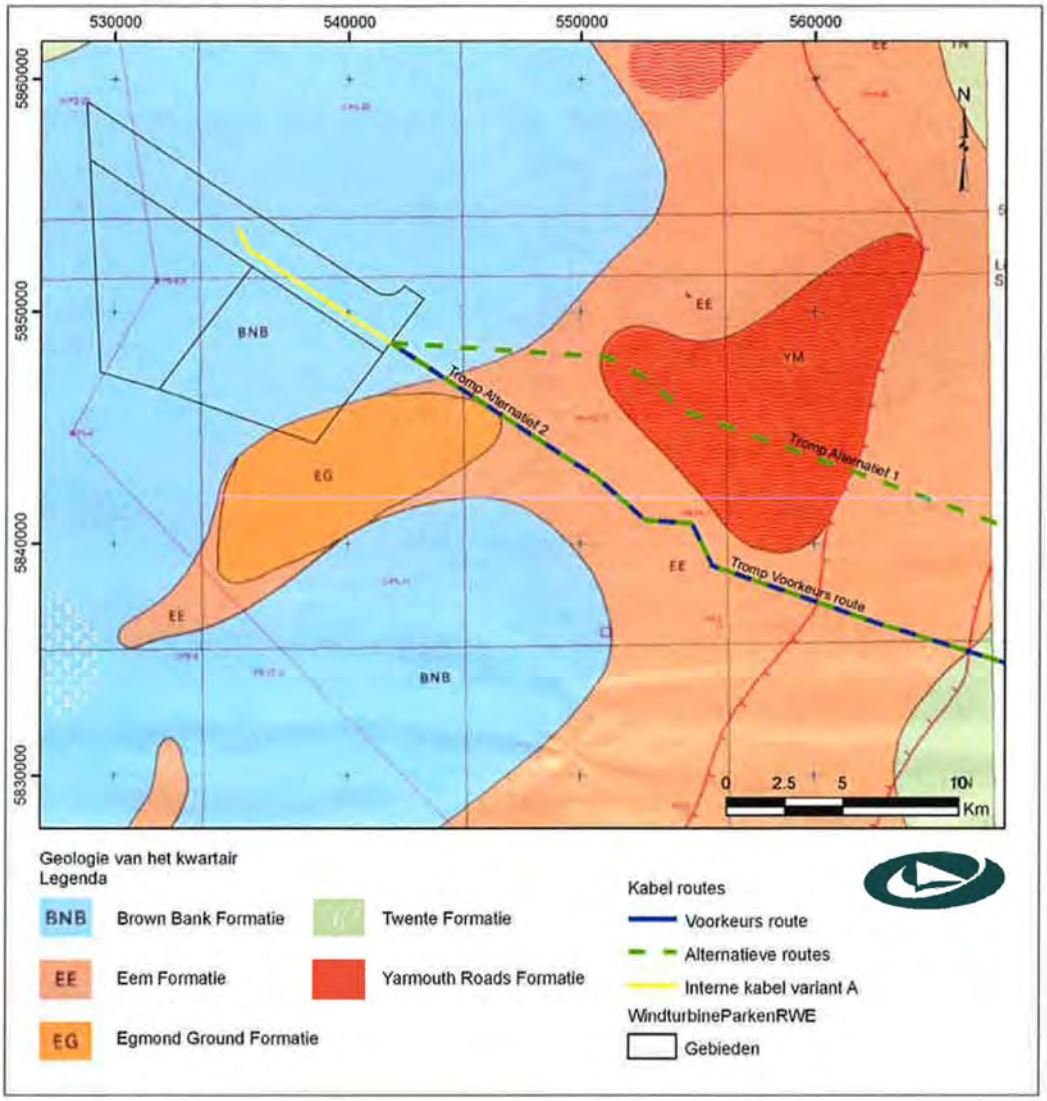


Afbeelding 12. Oppervlaktesedimentenkaart van een deel van het plangebied

[14] Jelgersma 1979.
[15] Dyer et al. 1999.
[16] Digitaal Dieptebestand Hydrografische Dienst 2008.

De zanden in het plangebied zijn voornamelijk omgewerkte sedimenten van onderliggende *Pleistocene* formaties.

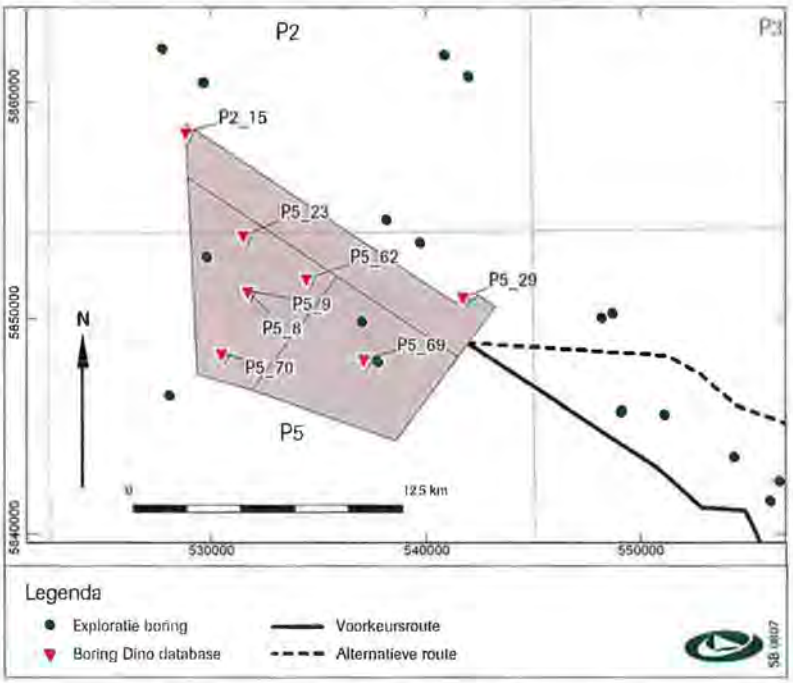
De ondiepe ondergrond in het plangebied bestaat uit *Pleistocene* siltige klei van de Bruine Bank Formatie (aangegeven in blauw in onderstaande afbeelding).



Afbeelding 13. Geologische kaart (Kwartair-Pleistoceen) van het onderzoeksgebied

Boorbeschrijvingen DINO database

In onderstaande afbeelding wordt een overzicht gegeven van de beschikbare boorgegevens uit de DINO database in het plangebied van het windturbinepark.



Afbeelding 14. Beschikbare boringen uit de DINO database van TNO-NITG

P5_8 (Uitvoerder: Fugro)			
Van (m)	**Tot (m)**	**Grondsoort**	**Omschrijving**
1.5	1.8	Zand	matig fijn t/m matig grof beige (Holoceen) veel schelpgruis , weinig schelpen
2.5	3.0	Zand	matig fijn t/m matig grof beige (Holoceen) veel fijn schelpgruis
3.5	3.9	Zand	matig fijn t/m matig grof licht grijs (Holoceen) zeer fijn schelpgruis veen- en plantenresten glimmer
4.0	4.4	Zand	zeer fijn t/m matig fijn geelgrijs (Holoceen) veel schelpgruis gelaagd met een enkel bandje klei enkele planten of veenrestjes
5.0	5.5	Zand	zeer fijn t/m matig fijn (Holoceen) zeer veel fijn schelpgruis , enkele fragmenten
6.0	6.5	Zandige klei	zeer fijn geelgrijs (Pleistoceen)
7.0	7.3	Zandige klei	Geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met wat veenrestjes
8.0	8.4	Zandige klei	fijn zandig geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met een enkel bandje veen
8.4	8.7	Zandige klei	fijn zandig geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met een enkel bandje veen
9.4	9.9	Zandige klei	grijs (Pleistoceen) glimmer
10.4	10.8	Zand	matig grof t/m zeer grof beige (Pleistoceen) enigzins kleiig

Tabel 10. Voorbeeld van een boorbeschrijving.

Een uitgebreide beschrijving van alle beschikbare boorgegevens in de omgeving van het plangebied is opgenomen in bijlage 2.

Kabelroutes

Voor het kustgedeelte van de kabelroutes zijn geen archeologische gegevens beschikbaar omdat deze (nog) niet officieel zijn vrijgegeven door TNO-NITG. Onderstaande samenvatting is afkomstig uit de deelrapportage "Effecten op Geomorfologie en hydraulica" door TNO-NITG[17]:

> *Langs de kabelroutes verandert de bodemopbouw in landwaartse richting.*
>
> *De actief eroderende en sedimenterende toplaag bestaat hier uit schelpenhoudend, fijn tot matig grof zand. De dikte van deze eenheid (Bligh Bank Laagpakket van de Southern Bight Formatie) is enkele meters. Onder deze actieve laag bevindt zich op veel plaatsen zeer fijn tot fijn zand, plaatselijk met sliblaminaties en veendetritus. Deze eenheid behoort tot de Naaldwijk Formatie. Naar de kust toe wordt de Naaldwijk Formatie steeds dikker.*
>
> *De Holocene zanden bedekken alleen in het meest westelijke bereik van de kabelroutes nog de stugge klei die behoort tot het Brown Bank Laagpakket van de Eem Formatie. Verder oostwaarts behoort de eenheid die de top van het Pleistoceen vormt tot de Eem Formatie (westelijke en oostelijke deel van de kabelroutes), de Boxtel Formatie (centrale deel van de kabelroutes en aanlandingspunt) of de Kreftenheye Formatie (centrale deel van de kabelroutes).*

[17] Van Heteren e.a. in voorbereiding.

3.5. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

Prehistorische bewoningsresten

Het *Pleistocene* oppervlak heeft aan het eind van het *Laat Glaciaal* / eerste deel van het *Holoceen* gedurende een lange periode droog gelegen. Wat betreft de archeologische verwachting betekent dit dat in theorie Paleo- en Mesolithische bewoningssporen kunnen worden aangetroffen. Met name in het gebied van de Bruine Bank, direct ten Zuid-Westen van het plangebied, zouden prehistorische bewoningsresten kunnen worden aangetroffen.

De top van het oorspronkelijke *Pleistocene* oppervlak in de Noordzee, waarin deze sporen zich zouden kunnen bevinden, kan tijdens de opvulling van het zeebekken gedurende het *Holoceen* geërodeerd zijn. Daar waar de top van het *Pleistocene* oppervlak is geërodeerd, zoals waarschijnlijk het geval is in een groot deel van het plangebied, is de archeologische verwachting voor bewoningsporen uit deze periode laag.

Bij het plaatsen van de windturbines zal, onafhankelijk van de gebruikte methoden, het Pleistocene oppervlak met mogelijke bewoningsresten worden verstoord.

Voor de kabelroute is de door aanleg van de kabel veroorzaakte verstoringsdiepte beperkt. Bij plaatsing van de kabel wordt de ondergrond ter plaatse slechts tot maximaal enkele meters diepte verstoord, terwijl het *Pleistocene* oppervlak minimaal 1 meter onder het bodemoppervlak ligt, en dieper in het grootste deel van de plangebieden.

Historische scheepswrakken

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt zal door de getijdestroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem waarna het proces van inslijpen stopt. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft. Vooral in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.

Anderzijds wanneer het sedimentatiemilieu dynamisch is, zal de stroming de bovenste losse laag zandig materiaal voordurend omzetten. Zandgolven bewegen zich over de bodem waardoor wrakresten bedekt en geconserveerd blijven. Door het verplaatsen van de zandgolven is het ook mogelijk dat de resten gedurende langere tijd weer aan het oppervlak komen te liggen waardoor erosie plaats kan vinden.[18] Dat betekent dat het scheepswrak regelmatig vrij aan het oppervlak ligt en daardoor sterk zal worden aangetast tot uiteindelijk totale desintegratie optreedt. Dit patroon is op veel plaatsen op de Noordzeebodem aan te treffen. Alleen de plaats waar de romp door de lading of ballast wordt beschermd blijft over. Daarnaast resulteert intensieve bevissing met sleepnetten in verstoring van de resten.

Het plangebied ligt midden in een gebied met getijbanken. Eventuele aanwezige scheepsresten kunnen goed worden geconserveerd. Echter door de laterale verplaatsing van de duinen in oostelijke richting kunnen eventuele wrakresten, die nu bedekt zijn, in de toekomst weer zichtbaar worden.

Langs de verschillende kabelroutes kunnen zich scheepsresten in de verschillende sedimentsoorten hebben ingebed. Afgezien van de zandwingebieden en vaargeulen, waar regelmatig gebaggerd wordt, zullen eventuele scheepsresten goed bewaard zijn gebleven.

Geconcludeerd kan worden dat eventueel in het plangebied aanwezige scheepswrakken goed in de bodem geconserveerd zullen zijn.

[18] Maarleveld 1998, 70.

4. Conclusies

Op basis van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

- *Zijn er (aanwijzingen voor) archeologische waarden in het plangebied aanwezig en, zo ja, wat is naar verwachting de omvang, ligging, aard, datering en waardestelling hiervan?*

  De kans op de aanwezigheid van prehistorische resten is klein. Hoewel het gebied ooit geschikt is geweest voor bewoning, zullen eventuele resten in het merendeel van de plangebieden geërodeerd en sterk verspoeld zijn. Alleen in het plangebied van de windturbines (Bruine bank) kunnen zich mogelijk nog resten *in situ* bevinden.

  Er bestaat een kans op de aanwezigheid van scheepswrakken of resten van scheepswrakken in het plangebied en langs de verschillende kabelroutes vanaf de Bronstijd.

- *In welke mate worden deze waarden verstoord door realisatie van de geplande bodemingreep? En hoe kan deze verstoring door planaanpassing tot een minimum worden beperkt?*

  Plangebied turbinepark: Bij het plaatsen van de windturbines zal, afhankelijk van het type fundament dat gebruikt zal worden (Monopile of Gravity base) de bodemverstoringsdiepte 6.5 tot 36 meter bedragen bij een diameter van 6 tot 31 meter. De locaties van de windturbines zullen bepaald worden aan de hand van het nog uit te voeren geofysisch veldonderzoek.

  Kabelroute: Eventueel aanwezige objecten, die op de geplande kabelroutes liggen, kunnen tijdens de geofysische survey, die aan het leggen van de kabel voorafgaat, worden getraceerd. Indien een wrak wordt aangetroffen, is normaal gesproken een aanpassing van de route mogelijk binnen de zone waarvoor de vergunning is afgegeven. Indien men pas bij het leggen van de kabel op een wrak of wrakresten stuit, zal de maximum verstoring afhankelijk zijn van de gebruikte methodiek.

- *Indien de eventuele archeologische waarden niet kunnen worden behouden: Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

  In deze fase van het project is deze vraag nog niet van toepassing

- *Zijn er locaties waar nader onderzoek zou moeten plaatsvinden en waarom?*

  Er zijn geen specifieke locaties aan te wijzen die op voorhand nader onderzocht dienen te worden. Naar mate men dichter bij de kust komt wordt de kans op het aantreffen van wrakken of wrakresten groter. Echter nader (geofysisch) onderzoek voor het hele plangebied inclusief de kabelroutes wordt aanbevolen.

5. Advies

Gebaseerd op de inventarisatie van het plangebied en de bijbehorende kabelroutes kan geconcludeerd worden dat er een hoge verwachting is voor het aantreffen van archeologische resten. Daarom wordt geadviseerd een vervolgfase in de vorm van een Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase) in te zetten. Voor deze vervolgfase is een Programma van Eisen (PvE) vereist.

Omdat er, voorafgaande aan de bodemingrepen, een zogenaamde geofysische *route-* en *site* survey zal plaatsvinden, kunnen de hieruit verkregen gegevens gebruikt worden als vervanging voor een apart archeologisch veldonderzoek. De gegevens dienen dan wel geanalyseerd en gerapporteerd te worden door een gecertificeerde specialist (senior prospector waterbodems) en een KNA-Archeoloog. Voorwaarde is wel dat de data kwaliteit van de geofysische metingen voldoende is. Hiervoor dient de technische *Scope of Work* afgestemd te worden op het Programma van Eisen alvorens met de surveywerkzaamheden te beginnen.

Voor het plangebied van het windturbine park kan op basis van de gegevens van het *subbottom* onderzoek, gecombineerd met de boorgegevens het Pleistocene *paleolandschap* gereconstrueerd worden waarop zich mogelijke prehistorische resten bevinden.

Voor de kabelroute kan aan de hand van de *side scan sonar* - en *subbottom* gegevens worden bekeken of de kabel moet of kan worden omgelegd binnen de corridor die is gesurveyed en waarvoor een vergunning is afgegeven. De eventuele verdere inspectie van gevonden contacten, die mogelijk van archeologische waarde zijn, wordt vastgesteld in overleg met de opdrachtgever en de RACM.

Indien uit dit onderzoek blijkt dat geen archeologische waarden zichtbaar en/of aanwezig zijn in het verstoringsgebied kan de RACM als bevoegd gezag het gebied vrijgeven voor de geplande activiteiten.

Over het algemeen geldt, dat tijdens het leggen van de kabel of het plaatsen van de windturbines de uitvoerder en/of de toezichthouder erop gewezen dienen te worden dat er een kans bestaat op het aantreffen van (resten van) waardevolle scheepswrakken of andere archeologische waarden. Eventuele vondsten dienen zoals in de Monumentenwet staat omschreven direct gemeld te worden aan het bevoegd gezag (RACM). Vervolgens dient de vondst conform de AMZ-cyclus onderzocht te worden zoals voorgeschreven in de KNA waterbodems.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Locatie van het plangebied. 9
Afbeelding 2. Kleurendieptekaart van het plangebied en de kabelroutes (bron: Hydrografische Dienst). 12
Afbeelding 3. Reconstructie van prehistorisch landschap op basis van seismische gegevens 13
Afbeelding 4. Het plangebied en kabelroutes geprojecteerd op de Pascaert uit 1675 van Frederik de Wit 14
Afbeelding 5. Het plangebied en kabelroutes geprojecteerd op de kaart uit 1852 van Jacob Swart 15
Afbeelding 6. Overzichtskaart archeologie- en natuurwaarden van het Nederlands Continentaal Plat. 17
Afbeelding 7. Overzichtskaart van ARCHIS waarnemingen in het plangebied en langs kabelroutes 18
Afbeelding 8. Overzicht van de objectendichtheid per blok gebaseerd op de wrakkendatabase Hydrografische Dienst. 19
Afbeelding 9. Overzicht van overige bekende objecten in de omgeving van het plangebied 20
Afbeelding 10. Foto van het MS Baloeran 24
Afbeelding 11. De kustvaarder Leliegracht 25
Afbeelding 12. Oppervlaktesedimentenkaart van een deel van het plangebied 26
Afbeelding 13. Geologische kaart (Kwartair-Pleistoceen) van het onderzoeksgebied 27
Afbeelding 14. Beschikbare boringen uit de DINO database van TNO-NITG 28

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden 2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied 2
Tabel 3. Kruisingen met bestaande kabels en leidingen 11
Tabel 4. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen 500 meter van het plangebied. 18
Tabel 5. Overzicht van wrakken en objecten binnen de plangebieden 21
Tabel 6. Overzicht van wrakken en objecten binnen 500 meter van de voorkeursroute 21
Tabel 7. Overzicht van wrakken en objecten binnen 500 meter van alternatieve route 1 22
Tabel 8. Overzicht van wrakken en objecten binnen 500 meter van alternatieve route 2 22
Tabel 9. Achtergrondinformatie over wrakken uit het wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie 23
Tabel 10. Voorbeeld van een boorbeschrijving. 28

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	**Omschrijving**
AMZ	Archeologische MonumentenZorg
Antropogeen	Door menselijk handelen
CvAK	College van Archeologische Kwaliteitszorg
discordant	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
Footprint	Gebied dat door 1 bundel van de multibeam wordt gemeten. Is afhankelijk van de waterdiepte onder het multibeamsysteem en de openingshoek van de beam of bundel. Bepalend voor de resolutie van de uiteindelijke resultaten.
Holoceen	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
In situ	ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
Keileem	Glaciale afzetting, leem dat grind en keien bevat
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
MIVO	Maritiem Inventariserend Veld Onderzoek
Multibeam	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
Pinger	methode gebruikt in bij seismisch onderzoek om akoestische golven op te wekken
Pleistoceen	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het Holoceen
PvE	Programma van Eisen
RACM	Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten
ROB	Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek
ROV	Remotely Operated Vehicle
Saalien	De IJstijd voor het Eemien
Side scan sonar	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
Stroomribbels	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
Subbottom profiler	Akoestisch systeem waarmee in twee dimensies in de bodem kan worden gekeken. Vergelijkbaar met de seismische profielen die gebruikt worden in de olie-industrie
Terrestrisch	Behorend bij het leven op het land
TNO-NITG	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
Trenchen	maken van een sleuf ten behoeve van het begraven van een kabel of pijpleiding
Weichsel(ien)	Glaciaal geologisch tijdvak van 116000 tot 11500 jaar geleden. Staat bekend als "De laatste Ijstijd"

Referenties

Literatuur

- Cunliffe, B., 2001: *Facing the Ocean, the Atlantic and its peoples*, Oxford.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45*, 9-56.
- Dyer K.R. en D.A. Huntley, 1999: The origin, classification and modeling of sand banks and ridges, *Continental Shelf Res 19*, 1285-1330.
- Gaffney, V.L., K. Thomson, en S. Fitch, 2007: *Mapping Doggerland, the Mesolithic landscapes of the Southern North Sea*, Archeopress.
- Jelgersma, S., 1979: Sea-level changes in the North Sea basin. In: Oele, E., Schuttenhelm, R.T.E. and Wiggers, A.J. (eds.), *The Quaternary history of the North Sea. Acta Universitatis Upsaliensis: Symposium Universitatis Upsaliensis Annum Quingentesimum Celebrantis: 2*, 233-248.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): *Koningen van de Noordzee, 250-850*, Leeuwarden / Nijmegen.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: *Archeologie onder water, het verleden van een varend volk*, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: *Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies*, Almere.
- Van Heteren, S. et al, in voorbereiding: *Effecten op Geomorfologie en Hydraulica*, Delft.
- Waddington, C. en K. Pedersen (red.), 2007: *Mesolithic studies in the North Sea Basin and beyond proceedings of a conference held at Newcastle in 2003*, Oxford.

Atlassen en Kaarten

- Noordzeeatlas
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Geologische kaarten TNO-NITG: Flemish Bight
- Wrakkenregister Continentaal Plat en Westerschelde (HP39), Dienst der Hydrografie

Internetbronnen

- B.I.D., Publicatie Bergings en Identificatie Dienst: (http://www.veteranen-online.nl/diversen/bid.htm)
- De ramp met de Leliegracht door Joop Broekstra (www.digischool.nl
- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- Register NFLA (http://www.a1.nl/nfla/lijst.html)
- University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)n
- Wrecksite (www.wrecksite.eu

Overige bronnen

- NFLA 1997, persbericht uitgegeven door Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie
- KNA Waterbodems 3.1
- Databases Periplus Archeomare
- Archis II en IKAW 2e generatie, RACM 2005
- Rijkswaterstaat Directie Noordzee, 2008: Toetsingsrapport kabels windturbinepark RWE Tromp.

Bijlage 1. Protocol KNA Waterbodems

In de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 3.1) staan alle procedures omschreven waar het archeologisch onderzoek van de waterbodems aan moet voldoen. Hieronder volgt een korte beschrijving van de te doorlopen stappen:

1. **Bureauonderzoek**
   Het bureau onderzoek bestaat uit het verzamelen en rapporteren van beschikbare historische gegevens, geologie en bodemligging. Het bureauonderzoek kan eventueel worden uitgebreid met een analyse van *sonar en multibeamgegevens*, indien deze beschikbaar zijn. Het resultaat is een archeologische verwachtingskaart.

   Als uit het bureauonderzoek blijkt, dat de kans op voorkomen van archeologie aanwezig is, dan volgt:

2. **Inventariserend Veldonderzoek - Opwaterfase**
   In de praktijk bestaat dit uit een side scan sonar onderzoek, indien nodig aangevuld met hoge resolutie *multibeamopnamen*. Met deze technieken worden alle objecten die op de bodem liggen of uit de bodem steken in kaart gebracht. Dit geldt ook voor objecten die niet archeologisch van aard zijn, maar wel baggerobstakels kunnen vormen.

   Als dit nog niet leidt tot identificatie, dan volgt:

3. **Inventariserend Veldonderzoek Onderwater - Verkennend**
   Hierbij worden alle "verdachte" locaties afgedoken door een gespecialiseerd duikteam, waarmee alle aanwezige objecten geïdentificeerd worden.

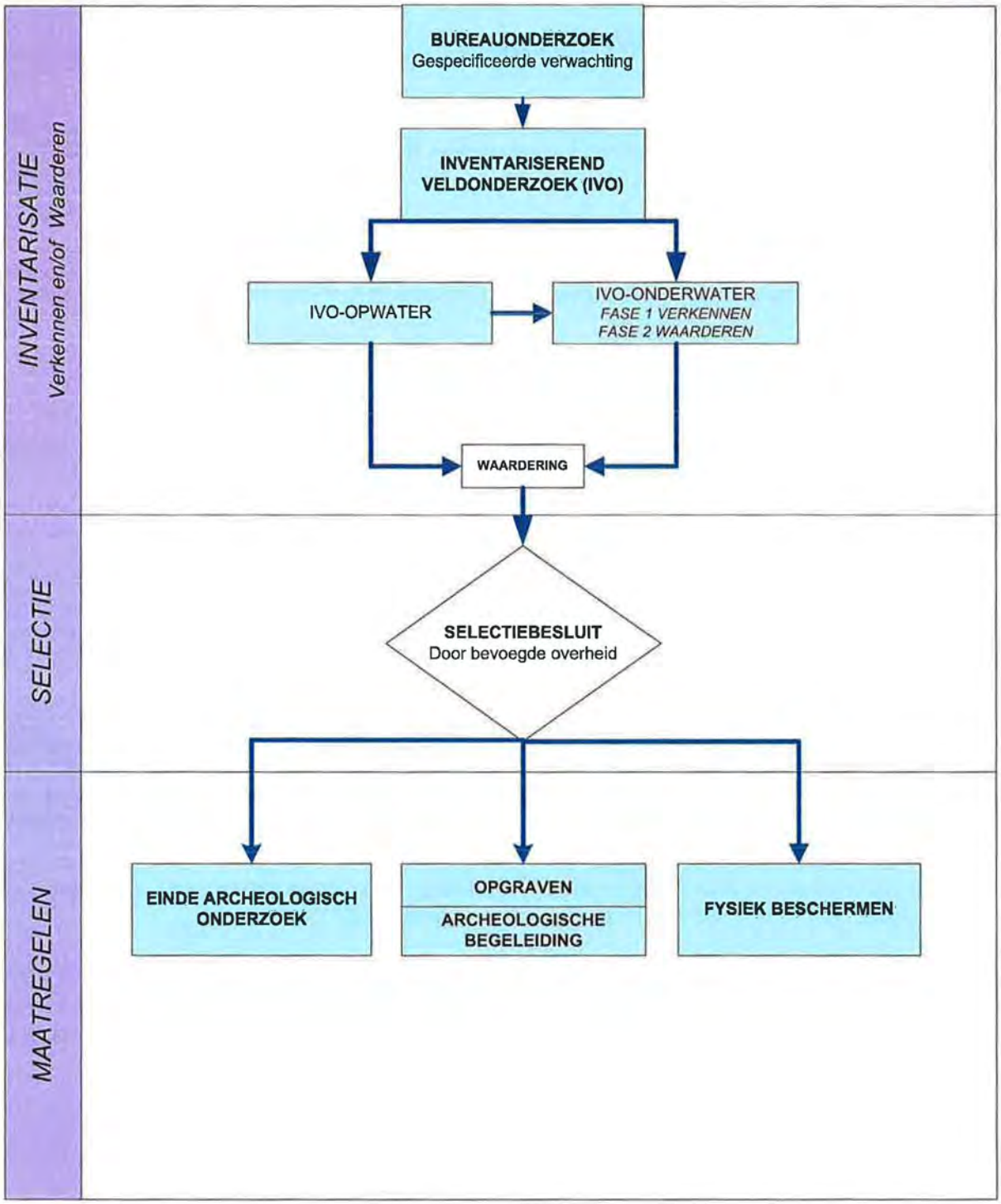
   ALS een locatie mogelijk archeologische resten bevat, dan volgt:

4. **Inventariserend Veldonderzoek Onderwater - Waarderend**
   De archeologische resten op de locatie worden door een duikteam vrijgelegd en onder leiding van een KNA archeoloog waterbodems in kaart gebracht. Deze brengt dan advies uit of de archeologische resten behoudenswaardig zijn. Als dit laatste het geval is, dan zijn er twee mogelijkheden: of de resten kunnen in situ behouden blijven (dus mag er geen verstoring plaatsvinden, m.a.w. aanpassen planfase project) of er volgt een

5. **Definitieve Archeologische Opgraving**
   De resten worden onder leiding van een KNA archeoloog waterbodems geborgen cq gelicht. De resten MOETEN dan onderzocht, getekend, geregistreerd en gedeponeerd worden.

In bovenstaande procesbeschrijving zit een groot aantal beslismomenten die direct afhankelijk zijn van de aangetroffen archeologica. In de volgende afbeelding zijn deze momenten nog eens schematisch weergegeven. Hieruit volgt dat het vrijwel onmogelijk is een kosteninschatting te maken voor de individuele processtappen.

Voor het uitvoeren van een opwaterfase dient een Programma van Eisen (PvE) te worden opgesteld.


INVENTARISATIE
Verkennen en/of Waarderen
BUREAUONDERZOEK
Gespecificeerde verwachting
INVENTARISEREND VELDONDERZOEK (IVO)
IVO-OPWATER
IVO-ONDERWATER
FASE 1 VERKENNEN
FASE 2 WAARDEREN
WAARDERING
SELECTIE
SELECTIEBESLUIT
Door bevoegde overheid
MAATREGELEN
EINDE ARCHEOLOGISCH ONDERZOEK
OPGRAVEN
ARCHEOLOGISCHE BEGELEIDING
FYSIEK BESCHERMEN

Bijlage 2. Boorstaten TNO-NITG

P5_8			
Van (m)	Tot (m)	Grondsoort	Omschrijving
1.5	1.8	Zand	matig fijn t/m matig grof beige (Holoceen) veel schelpgruis , weinig schelpen
2.5	3.0	Zand	matig fijn t/m matig grof beige (Holoceen) veel fijn schelpgruis
3.5	3.9	Zand	matig fijn t/m matig grof licht grijs (Holoceen) zeer fijn schelpgruis veen- en plantenresten glimmer
4.0	4.4	Zand	zeer fijn t/m matig fijn geelgrijs (Holoceen) veel schelpgruis gelaagd met een enkel bandje klei enkele planten of veenrestjes
5.0	5.5	Zand	zeer fijn t/m matig fijn (Holoceen) zeer veel fijn schelpgruis , enkele fragmenten
6.0	6.5	Zandige klei	zeer fijn geelgrijs (Pleistoceen)
7.0	7.3	Zandige klei	geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met wat veenrestjes
8.0	8.4	Zandige klei	fijn zandig geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met een enkel bandje veen
8.4	8.7	Zandige klei	fijn zandig geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met een enkel bandje veen
9.4	9.9	Zandige klei	grijs (Pleistoceen) glimmer
10.4	10.8	Zand	matig grof t/m zeer grof beige (Pleistoceen) enigzins kleiig
11.4	11.9	Zandige klei	grijs (Pleistoceen) gelaagd met zand
12.4	12.9	Zandige klei	grijs (Pleistoceen) gelaagd met zand
13.1	13.5	Zandige klei	grijs (Pleistoceen) gelaagd met zand
14.2	14.5	Zand	zeer grof grijs bruin (Pleistoceen) een enkel fijn schelpgruis
15.5	15.9	Zand	zeer grof geelgrijs (Pleistoceen) zeer fijn schelpgruis glimmer
16.2	16.5	Zand	matig grof t/m zeer grof geelgrijs (Pleistoceen) zeer fijn schelpgruis
17.6	18.0	Zand	matig grof t/m zeer grof geelgrijs (Pleistoceen) tamelijk veel fijn schelpgruis
19.7	20.1	Zand	zeer fijn grijs (Pleistoceen) weinig schelpgruis , een enkel fragmentje gelaagd met een enkel bandje klei
21.4	21.6	Zand	zeer fijn grijs (Pleistoceen) glimmer
23.5	23.7	Zand	zeer fijn t/m matig fijn grijs (Pleistoceen) glimmer
25.5	25.9	Zand	matig fijn t/m matig grof met grovere korrels grijs (Pleistoceen) een enkel schelpfragmenten slibhoudend
29.8	30.1	Zand	zeer fijn bruin grijs (Pleistoceen) planten -resten glimmer
32.2	32.6	Zand	zeer fijn t/m matig fijn grijs (Pleistoceen) planten -resten slibhoudend, glimmer
34.3	34.7	Zand	matig fijn t/m matig grof met grovere korrels geelgrijs (Pleistoceen) planten -resten glimmer
38.8	39.3	Zand	zeer fijn grijs (Pleistoceen) gelaagd met een enkel bandje veen planten -resten slibhoudend
41.1	41.5	Zand	uiterst fijn grijs (Pleistoceen) gelaagd met dunne laagjes klei veen- en plantenresten glimmer
43.1	43.6	Zand	uiterst fijn grijs (Pleistoceen) gelaagd met dunne laagjes klei veen- en plantenresten glimmer
47.7	47.9	Zand	zeer fijn bruin grijs (Pleistoceen) gelaagd met dunne laagjes klei veen- en plantenresten glimmer

P5_9			
Van (m)	Tot (m)	Grondsoort	Omschrijving
0.0	0.4	Zand	matig fijn t/m matig grof beige (Holoceen) weinig schelpgruis
0.7	1.0		onbreekt (Holoceen)
1.7	2.2	Zand	matig fijn t/m matig grof beige (Holoceen) weinig schelpgruis
2.6	3.0	Zand	matig fijn t/m matig grof met grovere korrels beige (Holoceen) tamelijk veel schelpgruis , enkele fragmenten
3.1	3.3	Zand	matig fijn t/m zeer grof beige (Holoceen) veel schelpgruis , enkele fragmenten
4.0	4.4	Zand	matig fijn t/m zeer grof geelgrijs (Holoceen) veel schelpgruis , enkele fragmenten
5.1	5.5	Zand	zeer fijn t/m matig grof licht grijs (Holoceen) enigzins kleiig
6.1	6.6	Klei	hard geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met dunne laagjes zand
7.0	7.6		ontbreekt (Pleistoceen)
7.7	7.9		ontbreekt (Pleistoceen)
8.5	8.9	Klei	grijs (Pleistoceen) gelaagd met dunne laagjes zand planten en veenresten
9.5	10.0	Zandige klei	, fijnzandig geelgrijs (Pleistoceen) gelaagd met dunne laagjes zand planten en veenresten
10.5	10.7		ontbreekt (Pleistoceen)
11.5	11.7	Zand	matig grof t/m zeer grof grijs bruin (Pleistoceen) enkele schelpfragmenten gelaagd met een enkel bandje klei cyprina islandica
11.8	12.2	Klei	stug grijs (Pleistoceen) fijne zandlensjes
12.8	13.2	Klei	stug grijs (Pleistoceen) fijne zandlensjes
13.8	14.2	Zand	matig fijn t/m matig grof bruin grijs (Pleistoceen) een enkel fijn schelpgruis , een enkele schelp kleiig
14.8	15.1	Zand	matig grof geelgrijs (Pleistoceen) tamelijk veel fijn schelpgruis , een enkele schelp
15.9	16.0		ontbreekt (Pleistoceen)
0.0	0.2	Zand	hoekig afgerond en afgerond hoekig matig grof t/m zeer grof olijf bruin enkele schelpen

P5_29			
Van (m)	Tot (m)	Grondsoort	Omschrijving
0.0	0.1	Zand	afgerond en afgerond hoekig uiterst fijn t/m uiterst grof zwakbruin hol spoor schelpfragmenten en schelpen

P5_69			
Van (m)	Tot (m)	Grondsoort	Omschrijving
0.0	0.1	Zand	afgerond hoekig matig grof bruin spoor schelpfragmenten en schelpen

P5_70			
Van (m)	Tot (m)	Grondsoort	Omschrijving
0.0	0.1	Zand	afgerond hoekig matig grof bruin spoor schelpfragmenten en schelpen

11.2 HELIKOPTER-ASPECTEN

11.2.1 CORRESPONDENTIE HELIKOPTEROPERATORS

ANTWOORD DANCOPTER

Geachte heer/mevrouw,

Ik heb de antwoorden van uw onderzoek doorgemaild naar CHC Netherlands te Den Helder. Dit omdat wij deze route haast niet gebruiken. Zij zullen de vragen beantwoorden en deze vervolgens door sturen naar u.

U kunt hun bereiken op het nummer 0223-677566, of via email naar snhoperationsdhr@chc.ca

Met vriendelijke groet,

Joey van Rosmalen

DanCopter Operations

DanCopter
Luchthavenweg 18A
1786 PP
Den Helder

ANTWOORD HELIHOLLAND

Beste Tom,

Zie mijn antwoorden onder in blauw.

Met vriendelijke groet / With kind regards,

Pieter de Ridder
General Manager

Heli Holland Offshore B.V.
Hornweg 24
1045 AR Amsterdam
The Netherlands
t +31 (0)20 4077572
f +31 (0)20 4077573
m +31 (0)6 18628702
e pderidder@heliholland.nl
i www.heliholland.nl

Van: Aquifer, Tom Dekker [mailto:tdekker@aquifer.biz]
Verzonden: maandag 1 december 2008 13:01
Aan: Pieter de Ridder
CC: tom@imd-ma.nl
Onderwerp: windturbinepark Tromp Binnen

Geachte heer De Ridder,

Wij hebben elkaar vorige week telefonisch gesproken.

Energiebedrijf RWE heeft het voornemen voor de realisatie van een windturbinepark in de Noordzee. Op de bijgaande tekening wordt de beoogde locatie van het windturbinepark weergegeven. Over het windturbinepark loopt een HMR, de KZ50. In verband met de vergunningaanvraag voor het windturbinepark hebben wij informatie nodig over het gebruik van deze route door uw bedrijf.

Kunt u ons antwoord geven op de volgende vragen:

1. Met welke frequentie wordt de KZ50 door uw bedrijf gebruikt (aantal vluchten per jaar)? 100-250 x per jaar (afgelopen jaar). Dit kan meer of minder zijn, omdat dit zeer afhankelijk is voor welke klanten we vliegen. Daarnaast of er oefeningen worden gehouden door de Marine
2. Voor welke bestemming wordt de route gebruikt? Bestemmingen in zuid Engeland, maar ook voor platforms op de route
3. Waarvoor wordt de helikopter gebruikt (transport materieel, transport personeel)? Beide
4. Moet de route worden gebruikt als er icing conditions optreden of wordt er dan niet gevlogen? Deze vraag begrijp ik niet zo goed. In icing condities mag per definitie niet worden gevlogen. Het ligt er echter aan op welke hoogte er icing condities voorkomen. Daar moet je onder blijven.

ANTWOORD CHC

Geachte heer Dekker,

Naar aanleiding van ons telefonisch gesprek van net doe ik u hierbij enkele antwoorden toekomen;

Met welke frequentie wordt de KZ50 door uw bedrijf gebruikt (aantal vluchten per jaar)? Door CHC HN op dit moment hooguit 10 keer per jaar. Dit wordt vermoedelijk hoger in 2009, verwacht maximaal 20 à 30 keer per jaar.

Voor welke bestemming wordt de route gebruikt? Door CHC HN op dit moment alleen voor vluchten naar onze andere basis in de UK en terug.

Waarvoor wordt de helikopter gebruikt (transport materieel, transport

personeel)? Materieel en personeel.
Moet de route worden gebruikt als er icing conditions optreden of wordt er dan niet gevlogen? Niet door CHC. Voorstel is om als er windmolens onder de route komen, te bekijken in overleg of de route verlegd kan worden.

Ik hoop dat dit voldoende is.

With kind regards,

Dé Jansen
Project Manager
CHC Europe

M +31 (0) 654 372 881
T +31 (0) 223 677 513
F +31 (0) 223 677 501
E djansen@chc.ca

Luchthavenweg 18
1786 PP Den Helder
The Netherlands

ANTWOORD BRISTOW

Geachte heer Dekker,

Hierbij de antwoorden op uw vragen.

1. Met welke frequentie wordt de KZ50 door uw bedrijf gebruikt (aantal vluchten per jaar)?

   Ongeveer 50 keer per jaar

2. Voor welke bestemming wordt de route gebruikt?

   Vooral Norwich (EGSH)

3. Waarvoor wordt de helikopter gebruikt (transport materieel, transport personeel)?

   Transport van passagiers

4. Moet de route worden gebruikt als er icing conditions optreden of wordt er dan niet gevlogen?

   Er wordt niet onder icing conditions gevlogen.

Met vriëndelijke groeten / Kind Regards,

Caroline van Daalen

Bristow Operations

Bristow, European Operations
Luchthavenweg 20
1786 PP Den Helder
The Netherlands
0031-223-537343 - Direct
0031-223-537362 - Fax
opsdh@bristowgroup.com

One Mission. One World. One Team.

11.2.2 CORRESPONDENTIE LVNL

GEGEVENS LVNL

Van: Dekker, dhr. R.P.J. (MS\ Pro\ ATSD) [mailto:R.Dekker@lvnl.nl]
Verzonden: maandag 1 december 2008 15:43
Aan: Tom Dekker
Onderwerp: RE: windturbinepark Tromp Binnen

Goedemiddag,

Hierbij in het kort een reactie:

- De meeste HMR's (zo ook KZ50) boven de Noordzee hebben een ondergrens van 1500 ft. en een bovengrens van 5500 ft. (FL055).
- Een HMR heeft geen laterale begrenzing.
- Een HMR wordt ontworpen door de ATM/Procedures afdeling van LVNL is samenspraak met belanghebbende partijen (Helicopter operators / Koninklijke Luchtmacht / Overheid).
- Een HMR wordt vervolgens door de overheid vastgesteld.
- Er is niet een specifieke procedure om een HMR verlegd te krijgen. Aangezien de overheid een route vaststelt, zou in mijn ogen een verzoek tot aanpassing ook via de overheid moeten lopen. De overheid zou dit verzoek dan bij LVNL neer kunnen leggen. Vervolgens heeft LVNL dan wel een standaard ontwerptraject waarbij diverse belanghebbende partijen in de 'loop' zitten om uiteindelijk een nieuw ontwerp te implementeren. Ter indicatie; dit zijn trajecten die al gauw een half jaar tot een jaar in beslag nemen.

Met vriendelijke groet,

Ronald Dekker
Luchtverkeersleiding Nederland
ATM/Procedures
ATS Development Expert
Tel.nr. 020 – 406 2185

Wij hebben met het IVW hierover overleg gevoerd. Naar aanleiding van het overleg met IVW hebben wij een aantal vragen.

- Hoe is een HMR begrensd in hoogte?
- Hoe komt een HMR tot stand?
- Wat is de procedure om en HMR verlegd te krijgen?

Wij zouden het op prijs stellen als we op deze vragen deze week een antwoord kunnen krijgen.

11.2.3 RISICOMATRIX

Probability of occurrence definitions

Probability of Occurrence classification	**Extremely improbable**	**Extremely remote**	**Remote**	**Reasonably probable**	**Frequent**
Qualitative definition	Should virtually never occur in the whole fleet life.	Unlikely to occur when considering several systems of the same type, but nevertheless, has to be considered as being possible	Unlikely to occur during total operational life of each system but may occur several times when considering several systems of the same type	May occur once or a few times during the total operational life of a single system	May occur once or several times during operational life
Quantitative definition	$< 10^{-9}$ per flight hour	10^{-7} to 10^{-9} per flight hour	10^{-5} to 10^{-7} per flight hour	10^{-3} to 10^{-5} per flight hour	10^{-3} per flight hour

Consequences

Catastrophic	**Hazardous**	**Major**	**Minor**
☐ the loss of the aircraft ☐ multiple fatalities	☐ a large reduction in safety margins ☐ physical distress or a workload such that the flight crew cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely ☐ serious injury or death of a relatively small proportion of the occupants	☐ a significant reduction in safety margins ☐ a reduction in the ability of the flight crew to cope with adverse conditions as a result of increase in workload or as a result of conditions impairing their efficiency ☐ injury to occupants	☐ nuisance ☐ operating limitations: emergency procedures

Tolerability Matrix

Catastrophic	Review	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable
Hazardous	Review	Review	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable
Major	Acceptable	Review	Review	Review	Review
Minor	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Review
	Extremely improbable	**Extremely remote**	**Remote**	**Reasonably probable**	**Frequent**

BIJLAGE 12 CUMULATIEVE EFFECTEN

INHOUD

12.1 Tellingsmethode vogels op de Noordzee door RIKZ 1.1

12.2 Kanttekeningen bij de schattingen van de verschillende soorten.....2.1

12.1 TELLINGSMETHODE VOGELS OP DE NOORDZEE DOOR RIKZ

De tellingen worden met tussenpozen van circa twee maanden gedaan en zijn gegroepeerd in "periodes": aug/sep, okt/nov, dec/jan feb/mrt, apr/mei en juni/juli). De meest recente data, lopend van februari/maart 2002 tot december/januari 2006/2007 zijn gebruikt om een actueel beeld te genereren. Per telronde beslaat het bemonsterd oppervlak gemiddeld circa 350 km^2 of 0,6% van het gehele oppervlak van het NCP. Dichtheden van zeevogels zijn alleen berekend voor de soorten en periodes waar het aantal positieve waarnemingen per telling > 25 is. De ruimtelijke patronen zijn in twee stappen berekend. Eerst werd de ruimtelijke trend in de data beschreven (met behulp van een Gegeneraliseerd Linear Model, glm) en vervolgens werd met behulp van ruimtelijke correlatie in de residuele waarde van die trend een correctie toegevoegd aan de trendvoorspelling (met behulp van "kriging"). Voor het glm model worden relevant geachte co-variabelen meegewogen om de trend in dichtheid te beschrijven. Bij deze intrapolaties van dichtheden naar ieder (ook niet bezocht) 5x5 km blok zijn de factoren: diepte, actuele oppervlaktetemperatuur van het zeewater, helling in het verloop van deze temperatuur en afstand tot kust (in die volgorde) als co-variabelen meegewogen.

Deze vier factoren zijn gebruikt voor de dichtheidsvoorspellingen van elke soort.

Voor de hierboven genoemde soorten zijn de aantallen geschat voor alle verschillende scenario's, voor alle zes seizoenen en voor alle verschillende bufferafstanden rond de windparken (voor alleen het windpark zelf en voor het windpark plus buffers van 2 en 4 km rond het windpark). Vervolgens is bepaald in welk seizoen de grootste aantallen vogels uit de berekeningen naar voren kwamen en deze getallen worden hier, bij wijze van worst case scenario, gepresenteerd. Hierbij wordt steeds onderscheid gemaakt tussen de geschatte aantallen voor windpark Tromp Binnen en de geschatte aantallen in de overige windparken samen binnen het bewuste scenario (gecorrigeerd voor overlap). Vervolgens worden beide waarden bij elkaar opgeteld om het totale (veronderstelde) effect zichtbaar te maken.

Een aantal soorten moest dus worden samengenomen bij deze analyses (roodkeel en parelduiker; alk/zeekoet en visdief/noordse stern). Deze kunnen in de regel vanuit het vliegtuig niet van elkaar worden onderscheiden, en worden daarom als een eenheid behandeld. Voor de dwergmeeuw werd in een Deense deelstudie een mogelijk vermijdingseffect gevonden (Petersen & Fox, 2007) maar in de eerdere studies werd eerder een aantrekkingseffect gevonden. De RIKZ-tellingen leverden te weinig waarnemingen op van dwergmeeuwen in het studiegebied, waardoor deze soort hier buiten beschouwing moet blijven. Echter, telling per schip in het kader van de T-nul studie aan NSW (Leopold et al., 2004) lieten in een jaar hoge voorjaarsdichtheden aan dwergmeeuwen zien, ook tamelijk ver offshore (maar zover

offshore als ter hoogte van Tromp Binnen werd bij deze nulstudie geen onderzoek verricht). De dwergmeeuw wordt daarom gezien als een aandachtsoort, waarnaar meer onderzoek nodig zal zijn om tot gefundeerde uitspraken te kunnen komen over vermijding dan wel aantrekking bij offshore windmolenparken. Zee- en eidereenden, die aanvankelijk ook sterk de Deense windparken leken te mijden (maar dit moest voor de zwarte zee-eend herroepen worden na een invasie door deze eenden van park Horns Rev in 2007; Petersen & Fox, 2007) komen niet of nauwelijks voor ter hoogte van park Tromp Binnen en spelen hier dus geen rol van betekenis. Voor sterns konden de Denen geen betrouwbare cijfers verzamelen, vanwege het erratische voorkomen van deze vogels rond hun windparken. In enkele gevallen viel het op dat sterns het midden van het windpark Horns Rev leken te mijden (geen enkele vogel werd hier waargenomen), terwijl ze zich tegelijkertijd leken te concentreren rond de buitenste turbines. Wellicht foerageerden ze hier in het getijde-zog van de palen en hadden ze genoeg aan de buitenste turbines. Eventuele effecten op sterns waren niet significant in de Deense studies.

Deze Deense aanpak vergelijkt de aanwezigheid van vogels binnen een beperkt gebied (windpark al dan niet met daaromheen cirkels van 2 en 4 km) met hun aanwezigheid in een groter gebied daaromheen (het totale onderzochte gebied). Bij een vermijding van vogels van het windpark, zullen deze zich elders vestigen. Als dat binnen 2 of 4 km gebeurt, is er binnen dat totale gebied geen effect meer. Bij vermijding van het windpark, zal het totale vermijdingspercentage binnen een groter gebied rond het windpark dus progressief afnemen. De sterns leveren hiervan een duidelijk voorbeeld: 100% vermijding binnen het park zelf, gecombineerd met een concentratie aan de rand. Het netto effect is dan vrijwel nul: er is slechts sprake van een kleine verschuiving. Om die reden is het aantal vogels dat het park plus een straal van 2 of 4 km eromheen mijdt, nul. Bij daadwerkelijk gevoelige soorten als duikers ligt dit anders, aangezien ze blijkbaar het park op veel grotere afstanden dan 4 km mijden: bij hen is er dus ook op de schaal van park plus 4 km nog een effect.

12.2 KANTTEKENINGEN BIJ DE SCHATTINGEN VAN DE VERSCHILLENDE SOORTEN

Roodkeel- en parelduiker

Duikers werden tijdens de vliegtuigtelling slechts bij uitzondering opgemerkt op afstanden tot de Hollandse kust waarop de hier besproken windparken geprojecteerd staan. Vermoedelijk speelt de slechte detecteerbaarheid van duikers vanuit het RIKZ vliegtuig hierin wel enigszins mee. De scheepstellingen ten behoeve van de T-nulstudie voor NSW (OWEZ) lieten ter hoogte van dat windpark, alsook nog verder de zee op, in april hoge dichtheden duikers zien. Een extrapolatie van deze ene april telling naar een groot aantal planlocaties elders, en verder offshore is echter een hachelijke zaak en zonder aanvullend onderzoek naar de verspreiding van duikers in de Zuidelijke Bocht kan feitelijk geen goede uitspraak worden gedaan over de aantallen duikers die tijdens de voorjaarstrek in de verschillende planlocaties verwacht mogen worden. Genoemde T-nulstudie rond NSW suggereert echter sterk, dat het om minimaal enkele honderden duikers zal gaan, dus de totale afwezigheid van duikers in en rond Tromp Binnen, zoals geschat op basis van de vliegtuigtellingen is vermoedelijk een onderschatting, althans voor enkele weken per jaar (in sommige jaren).

Jan van gent

Er komen ter hoogte van plangebied Tromp Binnen gemiddeld maximaal enkele tientallen jan van genten tegelijkertijd voor. Binnen de andere parken gaat het om ruim 300 (geclusterd scenario) of ruim 100 vogels (versnipperd scenario); binnen de diverse bufferzones rond alle parken samen komen maximaal 1.100-1.400 jan van genten voor.

Alk en zeekoet

Alken en zeekoeten komen in de winter voor in alle locaties. In Windpark Tromp Binnen gaat dat om circa 200 vogels (of circa 180 volgens de scheepstellingen: zie hoofdstuk 7, Vogels), en alle parken samen om 1.500 vogels, en in de gezamenlijke bufferzones, waar deze vogels volgens het werk in Denemarken ook verstoord zullen worden, om 5.570 (geclusterd scenario) of 5.786 vogels (versnipperd scenario). Scheepstellingen in de Zuidelijke Bocht in december/januari laten zien dat de verhouding alk:zeekoet dan ongeveer 1:10 is; bij de Tricolor olieramp in januari/februari 2003 lag deze verhouding echter op ongeveer 1:3 (Stienen et al., 2004). Om op soortsniveau te kunnen inschatten hoeveel Alken, respectievelijk Zeekoeten door toekomstige offshore windmolenparken verstoord zullen worden in de Zuidelijke Bocht zijn derhalve aanvullende, gerichte tellingen vanaf schepen nodig in de late winter.

Noordse stormvogel

Noordse stormvogels zijn relatief schaars in de Zuidelijke Bocht. Binnen de contouren van Tromp Binnen houden zich maximaal slechts 18 noordse stormvogels op (op grond van scheepstellingen maximaal 73 in de winter zie hoofdstuk 7). Binnen een maximale bufferzone van 4 km rond alle parken gaat het echter om 385 (geclusterd scenario) of 548 vogels (versnipperd scenario). Leopold et al. (in prep.) merken echter op dat er tijdens scheepstellingen in de Zuidelijke Bocht vaak meer Noordse stormvogels worden gezien. Zij vermoeden dat dit samenhangt met het feit dat het vliegtuig alleen met goed weer (weinig wind) zee kiest, terwijl schepen bij toenemende wind veel langer op zee blijven. Noordse stormvogels komen vermoedelijk vooral de Zuidelijke Bocht in als het stevig waait, waardoor tellingen per vliegtuig steevast lage schattingen opleveren. Als het dus wat harder waait dan gebruikelijk tijdens de RIKZ vliegtuigtellingen, zullen de aantallen noordse stormvogels in de Zuidelijke Bocht, en daarmee ook rond de verschillende windparken, hoger kunnen zijn.

Meeuwen

Verschillende soorten meeuwen komen in alle parken voor, maar de verwachting is dat ze minder sterk verstoord zullen worden dan duikers, alkachtigen en jan van genten. In totaal (alle parken samen, met maximale bufferzones) gaat het om duizenden stormmeeuwen (winter en meest in de dichter bij de kust gelegen windparken), kleine mantelmeeuwen (zomer) en drieteenmeeuwen, grote mantelmeeuwen en zilvermeeuwen (winter). Er zijn onvoldoende getallen beschikbaar voor een schatting van de aantallen dwergmeeuwen ter hoogte van de windmolenparken. Zowel vliegtuig- als scheepstellingen lieten tot voor kort zien dat deze vogels op volle zee schaars waren; alleen tijdens de april-tellingen voor T-nul-NSW werden verrassend grote aantallen rond de parken OWEZ en Q7 aangetroffen. We kunnen dus niet uitsluiten dat deze soort ook talrijk voorkomt ter hoogte van de geprojecteerde windparken en zeker van die parken die nog relatief dicht bij de kust liggen, zoals Hoek van Holland 4.

Sterns

Grote sterns komen in de regel dichter onder de kust voor dan waar de meeste windparken zijn geprojecteerd, maar bereiken een aantal van deze parken nog net in voorjaar en zomer. Inclusief bufferzone gaat het daarbij voor alle parken in het geclusterde scenario om maximaal 172 vogels, en in het versnipperd scenario om zo'n 350 vogels. Het park Tromp Binnen zelf zal niet worden bereikt door broedende grote sterns. De dichtstbij gelegen broedkolonies liggen op ruim 50 km afstand, op zuidelijk Texel en in de Delta. Op deze afstand zal, alleen al door verdunning met toenemende afstand tot de kolonie geen effect meer waarneembaar zijn. De grote kolonie in de Waddenzee (Griend) ligt te ver weg om nog een rol te kunnen spelen. Als echter aan het einde van het broedseizoen (vanaf juli) de jongen vliegvlug wor-

den gaan deze met de ouders mee en kunnen dan op grote afstanden van de kolonies geraken. Volgens de vliegtuigtellingen komen de hoogste aantallen ter hoogte van Tromp Binnen voor in de nazomer, als er (vrijwel) geen binding meer is met de kolonies, dus er is ook weinig of geen relatie voor deze Annex I soort met de beschermde broedkolonies in de Waddenzee en de Delta of met de Vogelrichtlijngebieden aan de zeezijde van de Waddeneilanden en de Voordelta. Op grond van het Deense werk wordt voor deze soort ook weinig effect verwacht, anders dan dat ze wellicht op trek even foerageren rond de buitenste palen. Visdieven/noordse sterns zijn in de nazomer, als de trek naar het zuiden plaatsvindt, relatief talrijk rond de verschillende windparken: binnen de locatie Tromp Binnen zou dit gaan om maximaal zo'n 25 vogels. Aangezien dit voornamelijk trekvogels zullen zijn, is er ook ten aanzien van deze sterns weinig relatie met de kolonies of de beschermde delen van de kustzone. Voor alle parken samen (met bufferzones) geldt dat in de late zomer ruim 1.600 (geclusterd scenario) of 3.000 (versnipperd scenario) vogels in het impact gebied aanwezig kunnen zijn.

BIJLAGEN BIJ HOOFDSTUK 14

INHOUD

14.1 Coördinaten Tromp Binnen 1
14.2 Achtergrondinformatie trekvogels 3
14.3 Informatie over zeezoogdieren 11
14.4 Instandhoudingsdoelstellingen voor vogels in Natura 2000-gebieden 21
14.5 Toelichting modelberekeningen aanvaringsslachtoffers vogels 32
14.6 Toelichting foerageerafstanden en verspreiding op zee van kleine mantelmeeuw 45
14.7 Resultaten berekeningen aanvaringen vogels 47
14.8 Invloed van scheepsgeluid op bruinvis en zeehond 51
14.9 Berekening cumulatie Tromp Binnen met overige windparken 56

14.1 Coördinaten Tromp Binnen

In deze bijlage worden de coördinaten gegeven van:
- de hoekpunten van het windturbinepark
- de turbines.

De coördinaten worden weergegeven in het ED50 stelsel (Europese datum 1950).

Hoekpunten van het windturbinepark

Tromp Binnen hoekpunten UTM Zone 31 – ED50	
OOST	NOORD
541.076	5.850.926
541.402	5.850.751
541.772	5.850.725
542.119	5.850.853
542.383	5.851.112
543.226	5.850.554
541.484	5.848.229
533.732	5.853.359
528.927	5.856.534
528.804	5.858.958
528.843	5.859.010
535.007	5.854.936

Turbines

Tromp Binnen UTM Zone 31 – ED50					
	OOST	NOORD		OOST	NOORD
1	528.845	5.858.930	31	535.499	5.853.401
2	529.529	5.858.478	32	536.182	5.852.949
3	530.212	5.858.027	33	536.865	5.852.497
4	530.895	5.857.575	34	537.549	5.852.046
5	531.579	5.857.124	35	538.232	5.851.594
6	532.262	5.856.672	36	538.915	5.851.143
7	532.945	5.856.221	37	539.599	5.850.691
8	533.628	5.855.769	38	540.282	5.850.240
9	534.312	5.855.318	39	540.965	5.849.788
10	534.995	5.854.866	40	541.649	5.849.337
11	535.678	5.854.415	41	529.170	5.856.450
12	536.362	5.853.963	42	529.853	5.855.999
13	537.045	5.853.512	43	530.537	5.855.547
14	537.728	5.853.060	44	531.220	5.855.095
15	538.411	5.852.609	45	531.903	5.854.644
16	539.095	5.852.157	46	532.586	5.854.192
17	539.778	5.851.706	47	533.270	5.853.741
18	540.461	5.851.254	48	533.953	5.853.289
19	541.145	5.850.802	49	534.636	5.852.838
20	541.828	5.850.351	50	535.320	5.852.386
21	542.511	5.849.899	51	536.003	5.851.935
22	529.349	5.857.464	52	536.686	5.851.483
23	530.033	5.857.013	53	537.369	5.851.032
24	530.716	5.856.561	54	538.053	5.850.580
25	531.399	5.856.110	55	538.736	5.850.129
26	532.082	5.855.658	56	539.419	5.849.677
27	532.766	5.855.207	57	540.103	5.849.226
28	533.449	5.854.755	58	540.786	5.848.774
29	534.132	5.854.304	59	541.469	5.848.323
30	534.816	5.853.852			

14.2 Achtergrondinformatie trekvogels

Biogeografische populatie

De gehanteerde gegevens over de omvang van biogeografische populaties zijn te vinden in de door Rijkswaterstaat verstrekte file "Appendix C" bij de Generieke PB[1]. Deze file is door Rijkswaterstaat op internet gepubliceerd (www.noordzeeloket.nl) en daarmee vrij toegankelijk.

Populaties in Nederlandse en Britse Natura 2000-gebieden

De gehanteerde gegevens over aantallen en instandhoudingsdoelen van soorten in Nederlandse en Britse Natura 2000-gebieden zijn te vinden in de al genoemde file "Appendix C" bij de Generieke PB en de eveneens door Rijkswaterstaat geleverde file "nieuwe synopsis"[2]. Enkele fouten in "Appendix C" zijn gecorrigeerd. De gebruikte aantallen niet-broedvogels en de aantallen broedparen staan in tabel 14.24.

Jaarlijkse sterfte

Voor alle geanalyseerde soorten is de jaarlijkse natuurlijke sterfte opgezocht in de literatuur. Er was informatie te vinden in de eerder genoemde file "Appendix C", maar hierin was niet voor alle relevante soorten informatie te vinden en sommige waarden leken ook voor verbetering vatbaar. Er is gezocht naar soortspecifieke waarden. Indien deze niet beschikbaar waren, is gekozen voor een waarde van een nauwverwante soort (zelfde genus) of van een soort met overeenkomstige kenmerken. Bij verschillende waarden, is steeds de laagste sterfte gekozen (in verband met de gevolgde "*worst-case*" strategie). De gehanteerde jaarlijkse natuurlijke sterfte en literatuurreferenties zijn opgenomen in tabel 14.24.

Tabel 14.24 Aantallen niet-broedvogels en aantallen broedparen in Nederlands en Britse Natura 2000-gebieden en jaarlijkse overleving van adulte vogels

soort	# niet-br NL	# niet-br UK	# br paren NL	# br paren UK	overleving (fractie)	referentie overleving
Dodaars	310		405		0,697	als meerkoet
Fuut	8.380	2.248			0,7	Fuchs (1982)

1 De betreffende Excel file is: Appendix-C_tcm14-3776.xls, de bijbehorende toelichting staat in: Appendix-C_tcm14-3775.doc

2 Nieuwe Synopsis januari_2008 (EXT)_tcm14-3777.xls

soort	# niet-br NL	# niet-br UK	# br paren NL	# br paren UK	overleving (fractie)	referentie overleving
Kuifduiker	36	104		37	0,697	als meerkoet
Noordse stormvogel				205.679	0,972	Balmer & Peach (1996)
Jan-van-gent				186.460	0,919	Wanless et al. (2005)
Aalscholver	23.890		14.690		0,88	Frederiksen & Bregnballe (2000)
Roerdomp		14	216	17	0,7	Gilbert, Tyler & Smith (2002)
Kleine zwaan	4.176	9.344			0,822	Rees (2006)
Taigarietgans	450				0,77	Kear (2005)
Kolgans	267.520	2.731			0,724	Bell et al. (1993)
Rotgans	34.990	129.987			0,9	Sedinger et al. (2002)
Bergeend	50.910	70.851			0,8	Kear (2005)
Smient	224.030	230.249		15	0,53	Balmer & Peach (1997)
Krakeend	8.310	5.617		166	0,625	als wilde eend
Wintertaling	19.290	72.721		73	0,541	Balmer & Peach (1996)
Wilde eend	75.600	6.801		850	0,625	Balmer & Peach (1996)
Pijlstaart	10.680	24.543			0,9	Fleskes et al. (2007)
Zomertaling				19	0,541	als wintertaling
Slobeend	6.922	6.074		264	0,6	Blums et al. (2005)
Tafeleend	25.150	33.325		30	0,72	Blums et al. (2005)
Kuifeend	77.400	31.333			0,79	Blums et al. (2005)
Zwarte zee-eend	61.600	24.003		10	0,839	Fox et al. (2003)
Brilduiker	3.530	16.095		4	0,829	Balmer & Peach (1996)
Nonnetje	860				0,89	als grote zaagbek
Middelste zaagbek	2.890	2.256			0,89	als grote zaagbek
Grote zaagbek	1.580	78			0,89	Pearce et al. (2005)
Blauwe kiekendief		252	107	245	0,804	Balmer & Peach (1996)
Slechtvalk	81			75	0,72	Balmer & Peach (1996)

soort	# niet-br NL	# niet-br UK	# br paren NL	# br paren UK	overleving (fractie)	referentie overleving
Waterrat		4.000			0,545	Conway et al. (1994)
Meerkoet	52.190	18.765			0,697	Balmer & Peach (1996)
Kraanvogel	190				0,95	Link et al. (2003)
Scholekster	198.860	206.129		1.358	0,88	Balmer & Peach (1996)
Bontbekplevier	3.730	13.759	214	1.174	0,772	Balmer & Peach (1996)
Goudplevier	39.130	66.970		5.683	0,73	Sandercock (2003)
Zilverplevier	33.170	66.103			0,73	als goudplevier
Kievit	38.090	122.579		833	0,752	Balmer & Peach (1996)
Groenlandse Kanoet	54.860	46.952			0,84	Sandercock (2003)
Drieteenstrandloper	7.390	13.330			0,83	Balmer & Peach (1996)
Krombekstrandloper	2.000				0,741	als bonte strandloper
Bonte strandloper	251.070	493.682			0,741	Balmer & Peach (1996)
Kemphaan	31.310	561	120	1	0,75	als tureluur
Watersnip		329	450	278	0,62	Balmer & Peach (1996)
IJslandse grutto		16.167			0,9	Sandercock (2003)
Rosse grutto	61.940	63.254			0,84	als kanoetstrandloper
Regenwulp (phaeopus)		810		65	0,89	Balmer & Peach (1996)
Wulp	113.400	41.865		393	0,736	Balmer & Peach (1996)
Tureluur	22.410	93.212		965	0,75	Balmer & Peach (1996)
Groenpootruiter	2.140	87		140	0,75	als tureluur
Steenloper	4.370	12.902			0,86	Balmer & Peach (1996)
Kleine Jager				512	0,84	del Hoyo, Elliot & Sargatal (1996)

soort	# niet-br NL	# niet-br UK	# br paren NL	# br paren UK	overleving (fractie)	referentie overleving
Grote Jager				6.149	0,888	Ratcliffe et al. (2002)
Dwergmeeuw	50				0,76	als kokmeeuw
Kokmeeuw				11.900	0,76	Balmer & Peach (1996)
Stormmeeuw				15.882	0,85	Bucacinski & Bukacinsksa (2003)
Kleine mantelmeeuw				34.248	0,914	Balmer & Peach (1996)
Kleine mantelmeeuw			33.110		0,914	Balmer & Peach (1996)
Zilvermeeuw				10.542	0,935	Balmer & Peach (1996)
Grote mantelmeeuw				2.946	0,935	als zilvermeeuw
Drieteenmeeuw				356.764	0,835	Balmer & Peach (1996)
Grote stern		3.517	13.500	12.273	0,832	Brenninkmeijer & Stienen (1992)
Visdief			15.010	6.895	0,85	Schroeder et al. (1996)
Noordse stern			1.525	16.224	0,85	Schroeder et al. (1996)
Dwergstern			525	1.317	0,85	Schroeder et al. (1996)
Zeekoet				833.377	0,949	Balmer & Peach (1996)
Alk				101.114	0,89	Balmer & Peach (1996)
Velduil			59	115	0,69	als ransuil
Frater				179	0,63	als sneeuwgors

De geschatte fractie oost-west trek over de Noordzee

Voor alle soorten die overgebleven zijn na de eerste "Maximumeffect selectie", is bepaald welke fractie van de aan Natura 2000-gebieden gerelateerde aantallen over de Noordzee trekt tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk. Deze schattingen worden per soort verantwoord in tabel 14.25.

Tabel 14.25 Geschatte fracties van de aantallen vogels in de Natura 2000-gebieden dat over de zuidelijke Noordzee trekt

soort	fractie niet-broedvogel	fractie broedvogel	toelichting
Noordse stormvogel		0,05	Maximaal 2400 individuen in zuidelijke Noordzee: dat is 1,2% van de totale populatie van het Verenigd Koninkrijk (UK), Ierland en Noorwegen (2 milj. ind.)
Jan-van-gent		0,20	Alle broedvogels uit het oosten van Engeland (50000 ind.) en de helft van de Schotse broedvogels (52500 ind.) trekken naar het oosten, waarvan de helft in Nederland (NL) terechtkomt, op een totale populatie in de UK van 260000 ind.
Aalscholver	0,01	0,01	Vliegen naar het zuiden en volgen daarbij de kust
Kleine zwaan	0,50		Maximaal 7500-10000 individuen in N2000 gebieden in de UK op een totale populatie in UK van 20000 ind.
Rotgans	0,45		Maximaal 90000 individuen in N2000 gebieden het de UK op een totale populatie in de UK van 200000
Pijlstaart	0,50		De helft van de populatie in de UK (25000 ind.) en de helft van de populatie in NL (10000 ind.) trekt over de zuidelijke Noordzee
Zwarte zee-eend	0,10	0	De individuen uit de N2000 gebieden van de UK trekken naar IJsland. De individuen in gebieden aan de oostkust van Engeland (6000) en in zuid Wales (7000) zijn afkomstig van het continent. Dat is 13% van de totale populatie in de UK (100000)
Brilduiker	0,05	0	Niet-broedvogels verblijven in het noorden van de UK en zijn voornamelijk afkomstig uit Scandinavië. Broedvogels trekken niet over de zuidelijke Noordzee
Nonnetje	0,10		Maximaal ca. 100 individuen geteld in de UK op een totaal van 860 individuen in Nederlandse N2000 gebieden

soort	fractie niet-broedvogel	fractie broedvogel	toelichting
Middelste zaagbek	0,08		Ca. 5% van de populatie uit de UK (100 ind.) en 10% van de Nederlandse populatie (300 ind.) trekt over de zuidelijke Noordzee op een totaal van ca. 5000 individuen in N2000 gebieden in beide landen
Grote zaagbek	0,05		De individuen in Schotland komen uit Scandinavië. Ca. 5% van de Nederlandse populatie vliegt door naar de UK
Blauwe kiekendief	0,01	0,03	De meeste (98%) broedvogels uit de UK vliegen naar het zuiden. Van de Nederlndse niet-broedvogels wordt 1% teruggevonden in de UK en 5% van de Nederlandse broedvogels (Speek)
Slechtvalk	0,01	0	De meeste in Nederland overwinterende individuen blijven in NL. De broedvogels uit de UK trekken niet
Kraanvogel	0,01		Vliegen zuidelijk vanuit Scandinavië, alleen in zeldzame gevallen bij sterke oostelijke wind dwalen individuen westelijk af
Scholekster	0,01	0,01	Individuen uit de UK trekken nauwelijks. Van de Nederlandse niet-broeders wordt 1% teruggevonden in de UK (Speek)
Bontbekplevier	0,20	0,02	Broedvogels uit de UK trekken nauwelijks
Goudplevier	0,25	0,01	Driekwart van de overwinterende individuen komt uit IJsland, de rest uit NL. Soms extra trek vanuit Denemarken en NL bij koud weer (verwaarloosbaar). Broedvogels uit de UK blijven daar of trekken naar het zuiden (Wader Atlas)
Zilverplevier	0,50		Alle individuen in de UK zijn van de Russische populatie. Aanname 50/50 verdeling tussen UK en NL (Migration Atlas)
Kievit	0,80	0,03	De meeste kieviten in de UK trekken lokaal of naar het zuiden

soort	fractie niet-broedvogel	fractie broedvogel	toelichting
Kanoetstrandloper (Groenland)	0,90		70% van de Groenlandse broedvogels trekken via de UK naar de Waddenzee. Van deze groep overwintert 30% in de UK en die keren terug naar de Waddenzee om op te vetten voordat ze naar hun broedgebied terrugkeren (dus steken 4x de zuidelijke Noordzee over) (Wader Atlas; Davidson & Wilson, WSGB supp. 1992)
Drieteenstrandloper	0,30		De meeste individuen in de UK komen van Groenland of noordelijke Noordzee
Krombekstrandloper	0,01		Trekken nauwelijks naar de UK, maar vooral naar zuiden
Bonte strandloper	0,30		Schatting gebaseerd op een verhouding 3:2 voor UK, respectievelijk Nederlandse populatie
Kemphaan	0,10	0,10	Trek voornamelijk zuidwaarts gericht
IJslandse grutto	0,10		20% van Islandica maar vooral tijdens voorjaar (Gunnarsson 2005, J. Alves pers. comm.)
Rosse grutto	0,60		Migration Atlas, fig. 4. Gebaseerd op gehele UK winterpopulatie, verdeeld 3:2 UK:NL
Regenwulp	0,20	0,01	Individuen uit UK trekken voornamelijk zuidwaarts
Wulp	0,10	0,05	Individuen in UK trekken lokaal of zuidwaarts, klein deel van de Nederlandse vogels migreert naar UK
Tureluur	0,10	0,05	UK-broedvogels voornamelijk strandvogels, klein deel van individuen in NL trekt naar UK
Groenpootruiter	0,10	0,05	15000 in NL, 1500 maximaal in UK
Steenloper	0,20		In UK zijn de vogels voornamelijk afkomstig van Groenland en IJsland
Kleine Jager		0,30	Broedpopulaties beperkt tot noordelijke eilandgroepen UK incl. west Schotland
Grote Jager		0,30	Meerderheid vogels steekt de zuidelijke helft van de Noordzee niet over. Broedvogels uit Schotland trekken zuid langs de westkust van UK en Ierland
Dwergmeeuw	0,15		30% per jaar kruisend, alleen tijdens post-breeding trek

soort	fractie niet-broedvogel	fractie broedvogel	toelichting
Kokmeeuw		0,25	Meeste broedvogels UK zijn strandvogel. Meerderheid van trekbewegingen zijn van jonge vogels in zuidelijke richting
Stormmeeuw		0,2	UK broedpopulatie trekt voornamelijk in zuidelijke en westelijke richting
Kleine mantelmeeuw		0,1	Nederlandse broedvogels van ondersoort intermedius. UK broedvogels van ondersoort graellsii. Meeste UK broedvogels trekken zuidwaarts, een klein aandeel van de Nederlandse broedvogels trekken west over zuidelijke Noordzee
Zilvermeeuw		0,05	UK broedvogels zijn vooral strandvogel, hoewel sommige de Noordzee overtrekken. Bewegingen tussen Scandinavië en UK vooral rechtstreeks
Drieteenmeeuw		0,1	Buiten broedseizoen verblijft de soort op zee. De meeste UK broedvogels gaan naar het westen. Enige trekbewegingen over Noordzee, maar voornamelijk in noordelijke deel (Migration Atlas, Fig. 4)
Grote stern	0,70	0,70	Post-breeding van en naar NL. Groot deel van de vogels migreert tussen NL en UK
Visdief		0,10	Van 101 ringterugvondsten zijn er 37 afkomstig uit NL, België en Duitsland. Percentage van aantal dat rechtstreeks migreert, is echter lager omdat veel vogels noord-zuid migreren
Noordse stern		0,05	UK vogels vliegen voornamelijk noor-zuid, dicht langs de kust
Dwergstern		0,40	Gebaseerd op alle UK vogels die post-breeding de Noordzee kruisen. Mogelijk doen niet alle of veel vogels dit. Er is enig speculatief bewijs dat suggereert dat NL als verblijfsgebied fungeert na het broeden, maar het is onduidelijk of dit ook de UK vogels betreft
Zeekoet		0,20	Migration Atlas, fig. 4 en tekst. Mogelijk een te hoge schatting
Alk		0,05	Migration Atlas, fig. 4&5. Voornamelijk noord-zuid migratie, vogels van Schotlans migreren oostwaarts naar Noorwegen en Denemarken, zuidelijke kolonies migreren zuidwaarts

soort	fractie niet-broedvogel	fractie broedvogel	toelichting
Velduil		0,03	Migration Atlas, fig. 4 en tekst p. 440. De meeste UK broedvogels migreren zuidwaarts. 10% van het totaal aantal broedvogels in NL + UK broeden in NL, hiervan migreert 0.3 naar de UK
Frater		0,15	Migration Atlas, fig. 4

Tromp Binnen – correctie voor ligging

De locatie van Tromp Binnen is relatief noordelijk, hetgeen betekent dat vogels die met name vliegen tussen beschermde gebieden in het noorden van Nederland (Waddenzee, IJsselmeer en aangelegen gebieden) en de belangrijkste gebieden in het oosten van het Verenigd Koninkrijk, hier relatief meer verwacht mogen worden. Voor deze soorten is verondersteld dat tweederde over de noordelijke helft van de kustzone en eenderde over de zuidelijke helft van de kustzone oversteekt. Dat leidt in die noordelijke helft tot een correctiefactor van 1,33.

14.3 Informatie over zeezoogdieren

Bruinvis

Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (*Phocoena phocoena*) de enige soort die regelmatig in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. De habitat van de bruinvis bestaat uit kusten en estuaria, maar de soort wordt ook ver van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter (Goodson, 1996; Read, 1997). De bruinvis leeft incidenteel in groepen van meer dan 100 dieren, maar meestal in losse verbanden. Voor zijn voedsel is de bruinvis onder andere afhankelijk van vissoorten als Haring en Sprot, waarvan zich in de kustzone concentraties kunnen vormen.

Onder: bruinvis (Dolfinarium Harderwijk)

In de gehele Noordzee komen momenteel tussen de 267.000 en 465.000 bruinvissen voor (Noordzee *et al.* 2005). Dit aantal hangt af van welke gebieden wel of niet worden meegenomen in de tellingen. Op Europees niveau zijn twee telingen internationaal gecoördineerd en uitgevoerd, de zogenaamde SCANS-surveys (Small Cetaceans Abundance in the North Sea). SCANS-II komt op een aantal bruinvissen

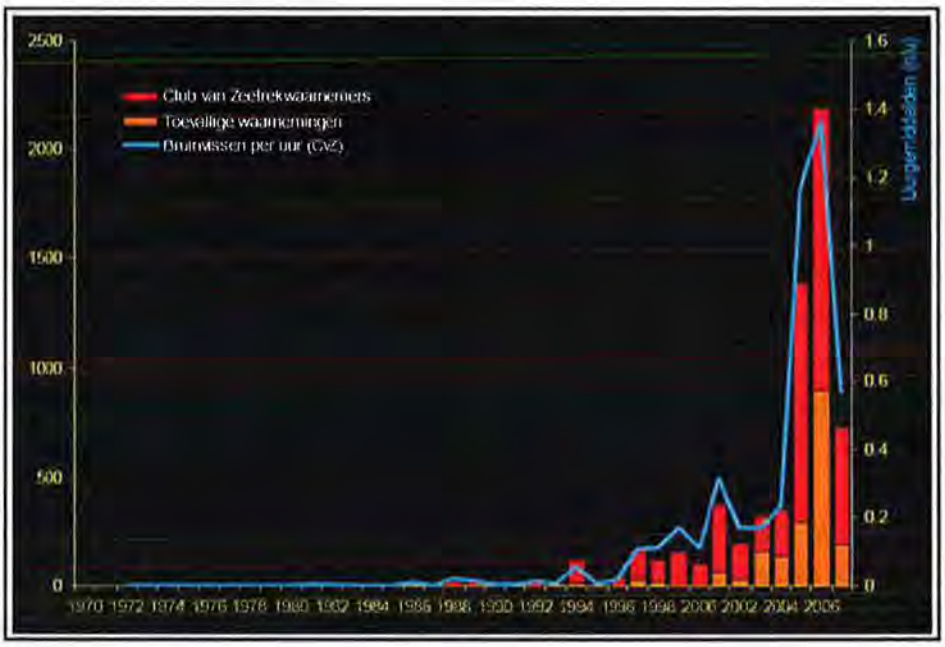
van circa 344.000 voor het gehele SCANS survey gebied, waarbij voor de Noordzee een totaal van ongeveer 250.000 exemplaren geldt. Berekeningen op basis van ongecorrigeerde vliegtuigtel ingen voor het NCP komen uit op circa 0,2 exemplaren per vierkante kilometer in 2004, hetgeen neerkomt op circa 11.500 bruinvissen op het NCP (Arts & Berrevoets, 2005). In Osinga *et al.* (2007) wordt een dubbel aantal bruinvissen op het NCP aangegeven; volgens de - gecorrigeerde - SCANS II tellingen zijn er momenteel ruim 22.000 bruinvissen op het NCP, uitgaande van een gemiddelde van 0,390 exemplaren per km^2. In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen in de Nederlandse kustzone, maar daarna werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt *P. phocoena* zich echter weer vrij algemeen voor onze kust op, met name in de winter en in wat grotere dichtheden ten noorden van de Waddeneilanden (Bergman & Leopold, 1992). In het Noord-Hollandse kustgebied komen de meeste waarnemingen van de bruinvis uit de omgeving van Texel (Camphuysen & Leopold, 1998). Gegevens over strandingen van de bruinvis (Addink & Smeenk, 1999) bevestigen dit beeld. Uit luchtwaarnemingen (Witte & Van Lieshout, 2003) werd afgeleid dat de zuidgrens van de zuidelijke Noordzeepopulatie van de bruinvis voor de Nederlandse kust ligt. Echter, de bruinvis wordt de laatste 10 tot 15 jaar steeds zuidelijker waargenomen. Recente gegevens over strandingen duiden op grotere aantallen in de zomermaanden en op een mogelijke verschuiving van de Noordzeepopulatie in de zuidelijke richting (Addink & Smeenk, 1999). Er wordt vermoed dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt. Recente studies laten deze toename nog duidelijker zien (Camphuysen, 2004; Leopold & Camphuysen, 2006). Tegelijkertijd met deze toename in aantallen neemt de sterfte door verstikking in visserijnetten ook toe: in 2006 werden honderden dode bruinvissen aangetroffen die zeker door verstikking in netten waren omgekomen (Camphuysen, in Volkskrant 26 mei 2007).

Bruinvissen zijn lastig te tellen op zee. Op basis van incidentele waarnemingen, systematische observaties en lange termijn trend is het voorkomen van de bruinvis in kaart gebracht (figuur 14.20). De meest recente tellingen laten voor de eerste helft van 2007 een sterke daling zien in winter- en voorjaarswaarnemingen langs de Nederlandse kust. Omdat de meeste bruinvissen in de eerste helft van een jaar worden waargenomen[3], is het onwaarschijnlijk dat dit in de tweede helft van dit jaar nog wordt goed gemaakt. In hoeverre deze constatering een trendbreuk is, valt nu nog niet te zeggen, maar volgens Camphuysen (in de Leeuwarder Courant 9 juni 2007) is het wel interessant om te weten dat tegelijk ook de visetende zeevogels snel in aantal terugliepen.

---

[3] http://home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html

Overigens zijn er geen aanwijzingen voor een verband tussen de teruggang van bruinvissen en de aanleg van het OWEZ park voor de kust van Egmond. Ten tijde van het heien waren er in Noord-Holland niet meer strandingen dan elders, dus er was vermoedelijk geen directe mortaliteit door het heien van de turbinepalen (persoonlijke mededeling, M. Leopold). De bouw van het Prinses Amalia Windpark vond plaats in de winter van 2006/2007, en deze periode valt deels samen met de periode waarin het aantal waarnemingen van bruinvis achteruit ging. Een effect van de bouw van deze windturbineparken kan dus niet worden uitgesloten. In een nadere analyse van gegevens zou dan een (cor)relatie verwacht worden tussen de ruimtelijke en temporele veranderingen in bruinviswaarnemingen en de locaties en tijdstippen van het heien van de funderingen voor het Prinses Amalia Windpark. Echter, ook hier dienen de resultaten van de monitoring op de langere termijn afgewacht te worden voordat er meer zekerheid kan worden gegeven.



Figuur 14.20 Vanaf de kust in het voorjaar (jan.-juni) waargenomen bruinvissen sinds 1970. De blauwe lijn is effort-gecorrigeerd (Marine Mammal Database; geüpdate juni 2007) (bron: http://home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html)

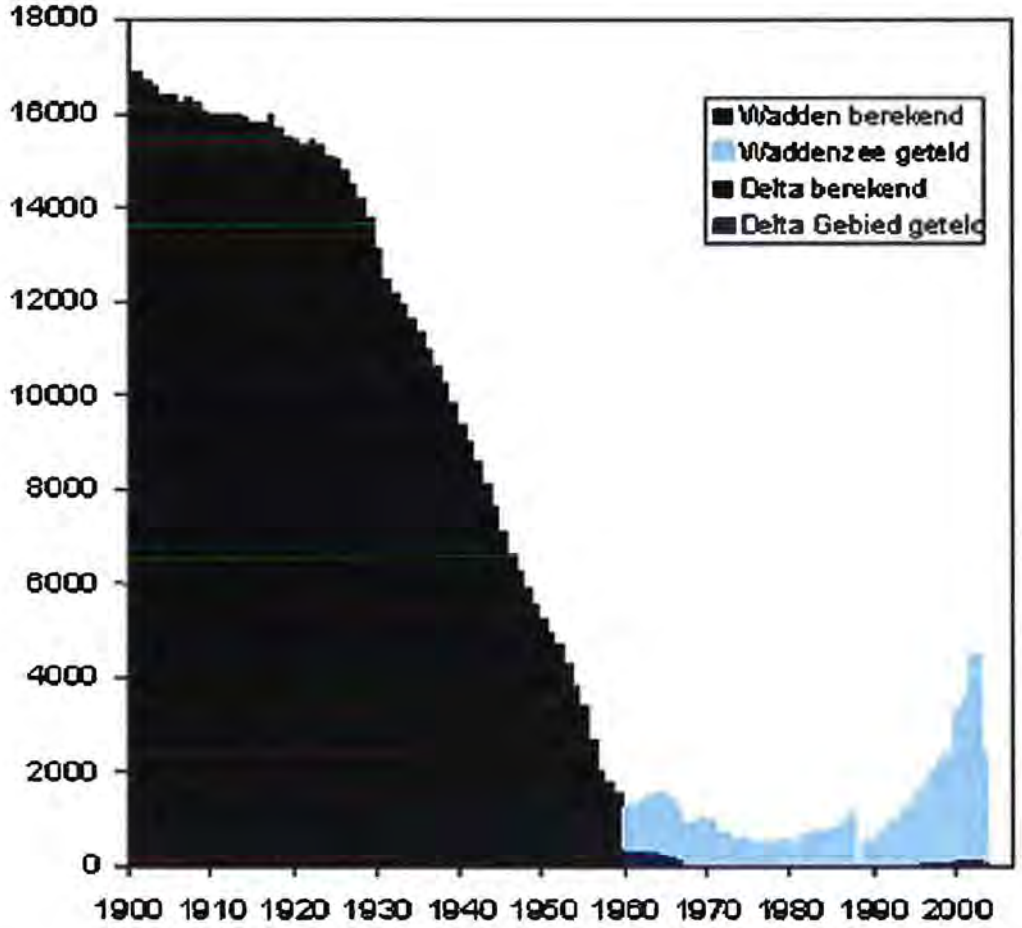
Tijdens recente vliegtuigtellingen (MWTL, 2004-2006) zijn geen exemplaren van bruinvissen waargenomen. Ook tijdens de scheeptellingen (ESAS, Courtens & Stienen, 2007) werden geen bruinvissen in het plangebebied waargenomen. Echter, het aantal waarnemingen op de

planlocatie lag laag in vergelijking met ander delen van het NCP. In een ruimere omgeving van het plangebied werden wel bruinvissen waargenomen, vooral tijdens recente waarnemingen. Er is dus een kleine kans om bruinvissen in het plangebied waar te nemen.

Ten behoeve van de bouw van het OWEZ nabij Egmond is een *baseline* survey (T_0) uitgevoerd naar het voorkomen van bruinvissen onder de kust (Brasseur *et al.*, 2004). De resultaten die hieruit werden verkregen, pasten goed in de trend van toenemende aantallen bruinvissen op het NCP. De hoogste aantallen werden in februari waargenomen. De dichtheid in deze maand lag tussen 0,15 en 1,4 per vierkante kilometer, de laatste gemeten vlak onder de kust. In een studie boven de Duitse Waddeneilanden werden dichtheidspieken waargenomen in zowel februari als mei/juli (Thomsen *et al.*, 2006a). Opgemerkt dient te worden dat de aantallen die met behulp van deze scheepstellingen zijn waargenomen, zijn gecorrigeerd. Dit is normaal bij scheepstellingen, maar bij vliegtuigtellingen wordt dit niet toegepast omdat er loodrecht van boven wordt waargenomen, en een veel smallere zoekstrip wordt gehanteerd, 100 meter in plaats van 300 meter (Cor Berrevoets, persoonlijke mededeling). De cijfers uit de vliegtuigtellingen zijn derhalve niet gecorrigeerd. Het is niet uitgesloten dat vliegtuigtellingen een wat lagere schatting geven van aantallen bruinvissen dan scheepstellingen in verband met de grotere afstand waarop de waarnemingen gedaan worden. In Osinga *et al.* (2007) wordt dit punt ook genoemd. Zij vergelijken drie getallen uit verschillende onderzoeken. Het RIKZ programma en het STENA programma komen op een **ongecorrigeerde** gemiddelde dichtheid in de Noordzee rond de 0,2 per km^2, het SCANS II programma komt op een **gecorrigeerde** gemiddelde dichtheid van circa 0,4 per km^2. Er is dus goede reden om aan te nemen dat het gemiddelde getal zoals gepresenteerd in Arts & Berrevoets (2005) over de periode 1991-2005, en de aantallen zoals in het MWTL programma waargenomen, een factor 2 hoger ligt. Overigens wordt in de verschillende onderzoeken ook aangegeven dat er geen toegenomen dichtheid van bruinvissen is op de Noordzee, en dat de toename van bruinvis in de Nederlandse wateren dus vooral een effect van verschuiving in verspreiding is. Als gemiddelde waarde voor de zuidelijke Noordzee is de gemiddelde waarde van 0,4 per km^2 dus zeker niet te hoog. Gezien de gegevens van SCANS II voor de zuidelijke Noordzee wordt een gemiddelde dichtheid van 0,4 per km^2 aangehouden, een waarde die het dubbele is van wat in Arts & Berrevoets voor het NCP werd gemeten met (ongecorrigeerde) vliegtuigwaarnemingen.

Zowel de bruinvis als tuimelaar worden genoemd in bijlage 2 van de Habitatrichtlijn. In bijlage 4, de strikt beschermde soorten, worden alle Cetacea (walvisachtigen) genoemd. Omdat de tuimelaar vrijwel verdwenen is, wordt in Graadmeters voor de Noordzee (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2000) als graadmeter voor de populatie zeezoogdieren van de walvissen alleen de bruinvis als indicatorsoort gebruikt.

Gewone en grijze zeehond

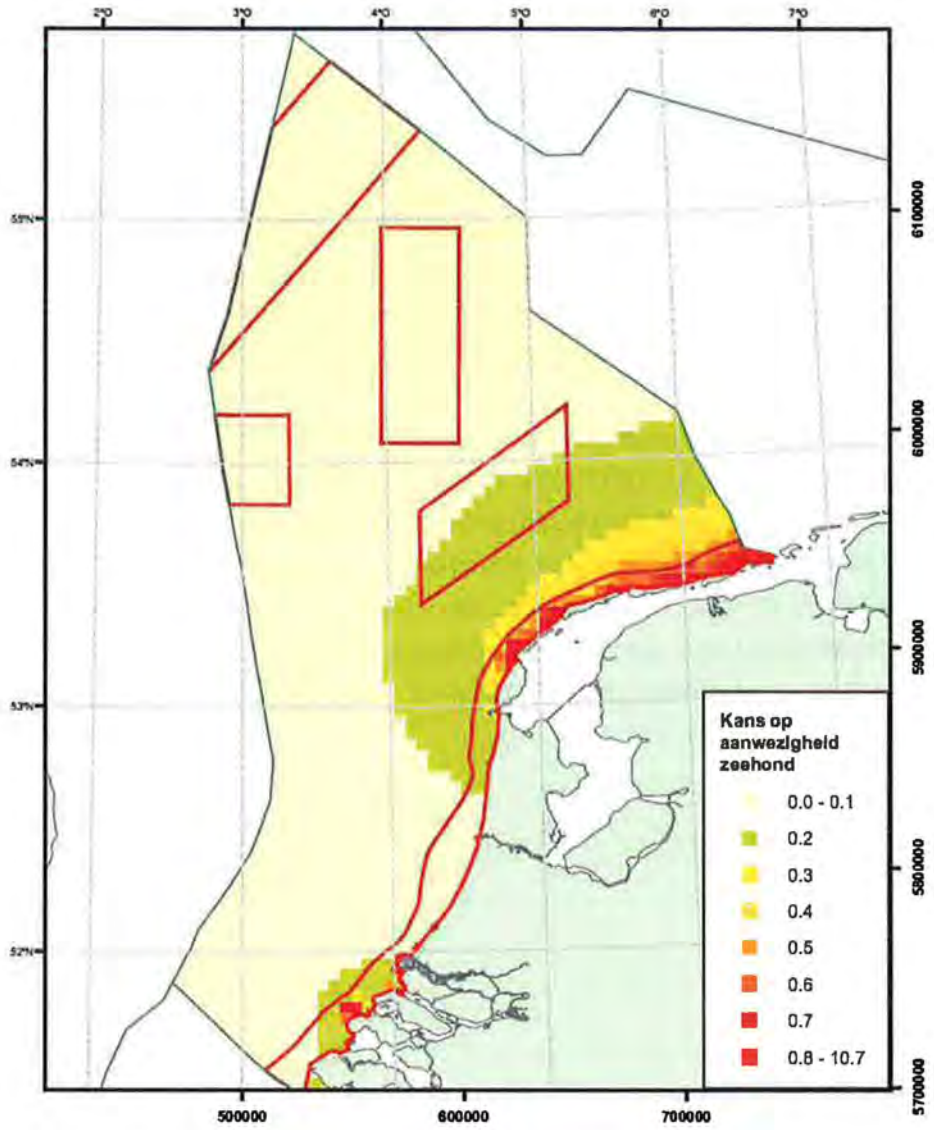


Figuur 14.21 Tellingen en berekeningen van de gewone zeehond in Nederlandse kustwateren
(bron: http://www.zeezoogdieren.alterra.wur.nl/p6a_GewoneZeehond.htm#Trends)

In de jaren '90 zijn er satellietzenders ontwikkeld die klein genoeg zijn om ook voor onderzoek aan de gewone zeehond te gebruiken. In Brasseur *et al.* (2004) is dit experiment beschreven. De zeehonden bleken zich niet te beperken tot de tientallen kilometers rondom hun ligplaats, maar bleken soms meer dan 200 kilometer de zee op te trekken en naar ligplaatsen te gaan die meer dan 300 kilometer verderop zijn. Sinds 1997 zijn er in Nederland 43 dieren gevolgd met satellietzenders. Uit Lindeboom *et al.* (2005) blijkt dat ondanks het gerichte trekgedrag van de dieren in geen enkel geval twee zeehonden samen in zee werden gelokaliseerd. Door de grote individuele variatie en het ontbreken van

voldoende data in het belangrijkste foerageerseizoen (het najaar) is het moeilijk om de belangrijke foerageergebieden in de Noordzee te identificeren. In Lindeboom *et al.* (2005) werd een eerste verspreidingsmodel toegelicht, zoals opgesteld met behulp van de gegevens uit Brasseur *et al.* (2004; zie figuur 4.5 afkomstig uit Lindeboom *et al.*, 2005). Hieruit blijkt dat de potentiële habitat van de gewone zeehond het gehele Nederlands Continentaal Plat bestrijkt, maar omdat de dieren samenkomen op de zandbanken in de Waddenzee en het Deltagebied, is de waarschijnlijke concentratie zeehonden in die kustgebieden hoog en op open zee ver hier vandaan veel lager. Ter plaatse van de geplande windturbineparken is de kans om een gewone zeehond waar te nemen relatief klein.

Vooral van december tot en met februari worden zeehonden voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust gezien (Platteeuw *et al.*, 1994). Het vermoeden bestaat dat de zeehond met name in koude winters de Waddenzee verwisselt voor de kustzone. Waarschijnlijk is het noordelijk deel van het Hollandse kustzone belangrijker als uitwijkgebied voor gewone zeehonden uit de Waddenzee dan het zuidelijk deel, vanwege de nabijheid van de Waddenzee en de aanwezigheid van voedselrijke gebieden (Friese Front). De Hollandse kustwateren kunnen door zeehonden worden gebruikt als migratieroute tussen de Waddenzee en de Voordelta.



Figuur 14.22 Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom *et al.*, 2005)

De **grijze zeehond** (*Halichoerus grypus*) heeft vrij recentelijk de Nederlandse wateren weer gekoloniseerd. Tot in de Middeleeuwen kwamen de dieren voor in de Waddenzee maar hier zijn zij waarschijnlijk door jacht uitgeroeid. Sinds 1980 groeit de kolonie grijze zeehonden, die gebruik maakt van ligplaatsen in het westelijk wad, exponentieel: in 2003 werden 1.100 dieren geteld. En ook in het Deltagebied worden nu regelmatig grijze zeehonden aangetroffen. Er is in Nederland nog geen onderzoek gedaan naar het habitatgebruik van

deze dieren, maar aannemelijk is dat ze, evenals hun soortgenoten in Schotland, nog grotere afstanden kunnen overbruggen om te foerageren dan de gewone zeehond (> 200 kilometer). Ook voor deze soort zal men in de Noordzee rekening moeten houden met nog nader te identificeren geschikte foerageerplekken die door grijze zeehonden worden bezocht.

De aantallen zeehonden in de (Voor)Delta nemen nog steeds toe (Lindeboom *et al.*, 2005). De Hollandse kustzone is dus van belang als migratieroute tussen Waddenzee en (Voor)Delta. Daarnaast is er uitwisseling van zeehonden tussen Nederland en de Engelse oostkust, maar het is nog niet duidelijk of daarbij sprake is van specifieke migratierouten. Zowel de gewone als de grijze zeehond worden genoemd in bijlage 2 en 4 van de Habitatrichtlijn. Voor de populatie zeezoogdieren wordt in Graadmeters voor de Noordzee naast de bruinvis ook de gewone zeehond als indicatorsoort gebruikt.

Tabel 14.26 Perioden waarin de grootste aantallen zeezoogdieren voorkomen per deelgebied

gebied	bruinvis	Witsnuitdolfijn	gewone zeehond	grijze zeehond
Doggersbank	mei-nov.	hele jaar	-	-
Oestergronden	(hele jaar) mei-nov	(hele jaar) juni-nov	-	-
Klaverbank	mei-nov	hele jaar	-	-
Transitiezone	hele jaar	hele jaar	-	-
Friese Front	hele jaar	hele jaar	-	-
Waddenkust	hele jaar	-	(hele jaar) winter	(hele jaar) winter
Hollandse kust	vnl. okt-mei	hele jaar	Voordelta: winter	-
Zuidelijke Bocht	hele jaar	hele jaar	-	-

Tabel 14.27 Zeezoogdieren in de Nederlandse kustwateren en de Noordzee

soort	status				aantal exemplaren per gebied	
	Habitat richtlijn	Ffwet	Rode lijst	instandhoudings doelstelling***	Voordelta & Waddenzee	Nederlands Continentaal
gewone zeehond	Voordelta Waddenzee Kustzone Noordzee	cat. 3	*	behoud 200 exemplaren, behoud levensvatbare pop.	3500	foerage
grijze zeehond*	Voordelta Waddenzee uistzone Noordzee	cat. 2	*	behoud 200 exemplaren, behoud levensvatbare pop.	1500	foerage
bruinvis	Kustzone Noordzee (HR annex 4)	cat. 3	*	herstel (Noordzee)		22.000
witsnuit-dolfijn	Noordzee (HR Annex 4)	cat. 3	*	behoud		7500**

* voor de zeehonden zijn concrete instandhoudingsdoelstellingen opgenomen voor de Voordelta in het aanwijzingsbesluit

** aantallen Witsnuitdolfijn gelden voor de gehele Noordzee

*** instandhoudingsdoelstelling respectievelijk voor Voordelta en Waddenzee in geval van de zeehonden, en voor de bruinvis in algemene zin in de Noordzeekustzone (als bijlage 2 soort van de HR)

In tabel 14.27 zijn de aantallen bruinvis, Witsnuitdolfijn, gewone en grijze zeehond samengevat en is hun wettelijke status weergegeven. Deze soorten zijn alle drie wettelijk beschermd, waarbij (concept) instandhoudingsdoelstellingen zijn vastgesteld voor alle drie soorten; voor de grijze en gewone zeehond zijn in het aanwijzingsbesluit van de Voordelta concrete instandhoudingsdoelstelling opgenomen, namelijk behoud van de populatie van 200 stuks voor beide soorten en een verbetering van het leefgebied (toename rustige plaatsen) voor de gewone zeehond. In 2008 worden naar verwachting Natura 2000-gebieden op zee aangewezen; hierbij zal de zeer ongunstige staat van instandhouding van de bruinvis een rol gaan spelen. Momenteel is de gunstige staat van instandhouding gedefinieerd als "Terugkeer van een zich voortplantende populatie bruinvissen langs de hele Nederlandse kust, inclusief het Deltagebied is nodig voor een gunstige staat van instandhouding.

Beperking van de sterfte in vissersnetten is van belang." De witsnuitdolfijn wordt naast bijlage 4 in de Habitatrichtlijn nergens in de Nederlandse wetgeving genoemd. Wel is het dier beschermd op basis van CITES, ASCOBANS en de verdragen van Bonn en Bern. De beschermingsstatus is in principe te vergelijken met een behoudsdoelstelling. Het beschermingsniveau voor deze soort volgens IUCN is "*Lower Risk/least concern*", hetgeen inhoudt dat de soort niet als kwetsbaar of bedreigd wordt gezien. De gewone zeehond heeft een instandhoudingsdoelstelling in alle drie de NB-wetgebieden de Voordelta, Noordzeekustzone en de Waddenzee, de grijze zeehond alleen in de Waddenzee en de Noordzeekustzone, en de bruinvis alleen in de Noordzeekustzone (als HR bijlage 2 soort waarvoor een beschermd gebied dient te worden ingericht). De tabel bevat tevens voor deze drie soorten een overzicht van het aantal individuen in de verschillende delen van het plangebied zoals die zijn waargenomen in 2003 (Arts & Berrevoets, 2005). De aantallen zeezoogdieren vertonen in het algemeen over de laatste jaren een stijgende trend.

14.4 Instandhoudingsdoelstellingen voor vogels in Natura 2000-gebieden

Broedvogels

			Gebiedsdoelstelling		
Natura 2000 gebied	Soort nr.	Broedvogelsoort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal broedparen
Waddenzee	A034	Lepelaar	=	=	340
Waddenzee	A063	Eider	=	=	2700
Waddenzee	A081	Bruine kiekendief	=	=	30
Waddenzee	A082	Blauwe kiekendief	=	=	3
Waddenzee	A132	Kluut	=	=	3800
Waddenzee	A137	Bontbekplevier	=	=	60
Waddenzee	A138	Strandplevier	>	>	15
Waddenzee	A183	Kleine mantelmeeuw	=	=	15000
Waddenzee	A191	Grote stern	=	=	9500
Waddenzee	A193	Visdief	=	=	5300
Waddenzee	A194	Noordse stern	=	=	1500
Waddenzee	A195	Dwergstern	=	=	160
Waddenzee	A222	Velduil	=	=	5
Duinen en Lage Land Texel	A021	Roerdomp	=	=	5
Duinen en Lage Land Texel	A034	Lepelaar	=	=	120
Duinen en Lage Land Texel	A063	Eider	=	=	110
Duinen en Lage Land Texel	A081	Bruine kiekendief	=	=	30
Duinen en Lage Land Texel	A082	Blauwe kiekendief	=	=	20
Duinen en Lage Land Texel	A137	Bontbekplevier	>	>	5
Duinen en Lage Land Texel	A138	Strandplevier	>	>	1
Duinen en Lage Land Texel	A183	Kleine mantelmeeuw	=	=	14000
Duinen en Lage Land Texel	A195	Dwergstern	>	>	40
Duinen en Lage Land Texel	A222	Velduil	>	>	20
Duinen en Lage Land Texel	A276	Roodborsttapuit	=	=	40
Duinen en Lage Land Texel	A277	Tapuit	>	>	100
Duinen Vlieland	A017	Aalscholver	=	=	870
Duinen Vlieland	A034	Lepelaar	=	=	170
Duinen Vlieland	A063	Eider	=	=	2100
Duinen Vlieland	A081	Bruine kiekendief	=	=	20
Duinen Vlieland	A082	Blauwe kiekendief	>	>	9
Duinen Vlieland	A119	Porseleinhoen	=	=	4
Duinen Vlieland	A138	Strandplevier	>	>	5
Duinen Vlieland	A183	Kleine mantelmeeuw	=	=	2500
Duinen Vlieland	A222	Velduil	>	>	1
Duinen Vlieland	A277	Tapuit	>	>	35
Duinen Vlieland	A338	Grauwe klauwier	>	>	1
Duinen Terschelling	A004	Dodaars	=	=	20
Duinen Terschelling	A081	Bruine kiekendief	=	=	40
Duinen Terschelling	A082	Blauwe kiekendief	>	>	40
Duinen Terschelling	A137	Bontbekplevier	>	>	10
Duinen Terschelling	A138	Strandplevier	>	>	10
Duinen Terschelling	A195	Dwergstern	>	>	20
Duinen Terschelling	A222	Velduil	>	>	10
Duinen Terschelling	A275	Paapje	>	>	25
Duinen Terschelling	A277	Tapuit	>	>	100
Duinen Terschelling	A295	Rietzanger	=	=	120
Duinen Ameland	A021	Roerdomp	=	=	2
Duinen Ameland	A063	Eider	>	>	100
Duinen Ameland	A081	Bruine kiekendief	=	=	40
Duinen Ameland	A082	Blauwe kiekendief	>	>	20
Duinen Ameland	A119	Porseleinhoen	=	=	2
Duinen Ameland	A222	Velduil	>	>	20
Duinen Ameland	A277	Tapuit	>	>	100
Duinen Ameland	A295	Rietzanger	=	=	230
Duinen Ameland	A338	Grauwe klauwier	>	>	1
Duinen Schiermonnikoog	A021	Roerdomp	=	=	4
Duinen Schiermonnikoog	A063	Eider	=	=	2500
Duinen Schiermonnikoog	A081	Bruine kiekendief	=	=	25
Duinen Schiermonnikoog	A082	Blauwe kiekendief	=	=	10
Duinen Schiermonnikoog	A137	Bontbekplevier	>	>	5
Duinen Schiermonnikoog	A138	Strandplevier	>	>	5
Duinen Schiermonnikoog	A222	Velduil	>	>	1
Duinen Schiermonnikoog	A275	Paapje	>	>	10

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Broedvogelsoort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal broedparen
Duinen Schiermonnikoog	A277	Tapuit	>	>	30
Noordzeekustzone	A137	Bontbekplevier	=	=	20
Noordzeekustzone	A138	Strandplevier	>	>	20
Noordzeekustzone	A195	Dwergstern	>	>	5
Lauwersmeer	A021	Roerdomp	=	=	10
Lauwersmeer	A081	Bruine kiekendief	=	=	20
Lauwersmeer	A084	Grauwe kiekendief	=	=	4
Lauwersmeer	A119	Porseleinhoen	=	=	15
Lauwersmeer	A132	Kluut	=	=	110
Lauwersmeer	A137	Bontbekplevier	=	=	4
Lauwersmeer	A151	Kemphaan	>	>	20
Lauwersmeer	A194	Noordse stern	=	=	5
Lauwersmeer	A222	Velduil	=	=	1
Lauwersmeer	A272	Blauwborst	=	=	120
Lauwersmeer	A275	Paapje	=	=	10
Lauwersmeer	A292	Snor	=	=	20
Lauwersmeer	A295	Rietzanger	=	=	1900
Ijsselmeer	A017	Aalscholver	=	=	8000*
Ijsselmeer	A021	Roerdomp	>	>	7
Ijsselmeer	A081	Bruine kiekendief	=	=	20
Ijsselmeer	A119	Porseleinhoen	=	=	15
Ijsselmeer	A137	Bontbekplevier	=	=	10
Ijsselmeer	A151	Kemphaan	>	>	20
Ijsselmeer	A193	Visdief	=	=	2000
Ijsselmeer	A292	Snor	=	=	40
Ijsselmeer	A295	Rietzanger	=	=	990
Zwanenwater & Pettemerduinen	A017	Aalscholver	=	=	300
Zwanenwater & Pettemerduinen	A021	Roerdomp	=	=	2
Zwanenwater & Pettemerduinen	A034	Lepelaar	=	=	70
Zwanenwater & Pettemerduinen	A183	Kleine mantelmeeuw	=	=	100
Zwanenwater & Pettemerduinen	A277	Tapuit	>	>	20
Voornes Duin	A008	Geoorde fuut	=	=	5
Voornes Duin	A017	Aalscholver	=	=	1100
Voornes Duin	A034	Lepelaar	=	=	100
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A138	Strandplevier	=	=	220*
Haringvliet	A081	Bruine kiekendief	=	=	20
Haringvliet	A132	Kluut	=	=	2000*
Haringvliet	A137	Bontbekplevier	=	=	100*
Haringvliet	A138	Strandplevier	=	=	220*
Haringvliet	A176	Zwartkopmeeuw	=	=	400*
Haringvliet	A191	Grote stern	=	=	4000*
Haringvliet	A193	Visdief	=	=	6500*
Haringvliet	A195	Dwergstern	=	=	300*
Haringvliet	A272	Blauwborst	=	=	300
Haringvliet	A295	Rietzanger	=	=	420
Krammer-Volkerak	A034	Lepelaar	=	=	30
Krammer-Volkerak	A081	Bruine kiekendief	=	=	10
Krammer-Volkerak	A132	Kluut	=	=	2000*
Krammer-Volkerak	A137	Bontbekplevier	=	=	100*
Krammer-Volkerak	A138	Strandplevier	=	=	220*
Krammer-Volkerak	A176	Zwartkopmeeuw	=	=	400*
Krammer-Volkerak	A183	Kleine mantelmeeuw	=	=	810
Krammer-Volkerak	A193	Visdief	=	=	6500*
Krammer-Volkerak	A195	Dwergstern	=	=	300*
Grevelingen	A081	Bruine kiekendief	=	=	20
Grevelingen	A132	Kluut	=	=	2000*
Grevelingen	A137	Bontbekplevier	=	=	100*
Grevelingen	A138	Strandplevier	=	=	220*
Grevelingen	A191	Grote stern	=	=	4000*
Grevelingen	A193	Visdief	=	=	6500*
Grevelingen	A195	Dwergstern	=	=	300*
Oosterschelde	A132	Kluut	=	=	2000*
Oosterschelde	A137	Bontbekplevier	=	=	100*

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Broedvogelsoort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal broedparen
Oosterschelde	A138	Strandplevier	>	>	220*
Oosterschelde	A191	Grote stern	=	=	4000*
Oosterschelde	A193	Visdief	=	=	6500*
Oosterschelde	A194	Noordse stern	=	=	20
Oosterschelde	A195	Dwergstern	=	=	300*
Veerse Meer	A017	Aalscholver	=	=	300
Veerse Meer	A034	Lepelaar	=	=	10
Veerse Meer	A183	Kleine mantelmeeuw	=	=	700
Zoommeer	A132	Kluut	=	=	2000*
Zoommeer	A138	Strandplevier	=	=	220*
Zoommeer	A176	Zwartkopmeeuw	=	=	400*
Zoommeer	A193	Visdief	=	=	6500*
Westerschelde & Saeftinghe	A081	Bruine kiekendief	=	=	20
Westerschelde & Saeftinghe	A132	Kluut	=	=	2000*
Westerschelde & Saeftinghe	A137	Bontbekplevier	=	=	100*
Westerschelde & Saeftinghe	A138	Strandplevier	=	=	220*
Westerschelde & Saeftinghe	A176	Zwartkopmeeuw	=	=	400*
Westerschelde & Saeftinghe	A191	Grote stern	=	=	4000*
Westerschelde & Saeftinghe	A193	Visdief	=	=	6500*
Westerschelde & Saeftinghe	A195	Dwergstern	=	=	300*
Westerschelde & Saeftinghe	A272	Blauwborst	=	=	450
Markiezaat	A004	Dodaars	=	=	20
Markiezaat	A034	Lepelaar	=	=	20
Markiezaat	A132	Kluut	=	=	2000*
Markiezaat	A137	Bontbekplevier	=	=	100*
Markiezaat	A138	Strandplevier	=	=	220*

=: doelstelling is behoud

= (<): doelstelling is behoud, maar achteruitgang ten gunste van een andere habitat of soort is toegestaan

>: doelstelling is uitbreiding/verbetering

Niet-broedvogels

			Gebiedsdoelstelling		
Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
Waddenzee	A005	Fuut	=	=	310
Waddenzee	A017	Aalscholver	=	=	4200
Waddenzee	A034	Lepelaar	=	=	520
Waddenzee	A037	Kleine zwaan	=	=	1600
Waddenzee	A039	Toendrarietgans	=	=	geen
Waddenzee	A043	Grauwe gans	=	=	7000
Waddenzee	A045	Brandgans	=	=	36800
Waddenzee	A046	Rotgans	=	=	26400
Waddenzee	A048	Bergeend	=	=	38400
Waddenzee	A050	Smient	=	=	33100
Waddenzee	A051	Krakeend	=	=	320
Waddenzee	A052	Wintertaling	=	=	5000
Waddenzee	A053	Wilde eend	=	=	25400
Waddenzee	A054	Pijlstaart	=	=	5900
Waddenzee	A056	Slobeend	=	=	750
Waddenzee	A062	Toppereend	=	>	3100
Waddenzee	A063	Eidereend	=	>	90000-115000
Waddenzee	A067	Brilduiker	=	=	100
Waddenzee	A069	Middelste zaagbek	=	=	150
Waddenzee	A070	Grote zaagbek	=	=	70
Waddenzee	A103	Slechtvalk	=	=	40
Waddenzee	A130	Scholekster	=	>	140000-160000
Waddenzee	A132	Kluut	=	=	6700
Waddenzee	A137	Bontbekplevier	=	=	1800
Waddenzee	A140	Goudplevier	=	=	19200
Waddenzee	A141	Zilverplevier	=	=	22300
Waddenzee	A142	Kievit	=	=	10800
Waddenzee	A143	Kanoetstrandloper	=	>	44400
Waddenzee	A144	Drieteenstrandloper	=	=	3700
Waddenzee	A147	Krombekstrandloper	=	=	2000
Waddenzee	A149	Bonte strandloper	=	=	206000
Waddenzee	A156	Grutto	=	=	1100
Waddenzee	A157	Rosse grutto	=	=	54400
Waddenzee	A160	Wulp	=	=	96200
Waddenzee	A161	Zwarte ruiter	=	=	1200
Waddenzee	A162	Tureluur	=	=	16500
Waddenzee	A164	Groenpootruiter	=	=	1900
Waddenzee	A169	Steenloper	=	>	2300-3300
Waddenzee	A197	Zwarte stern	=	=	23000
Duinen Vlieland	A017	Aalscholver	=	=	610
Duinen Vlieland	A034	Lepelaar	=	=	90
Duinen Vlieland	A054	Pijlstaart	=	=	220
Duinen Vlieland	A056	Slobeend	=	=	260
Duinen Vlieland	A132	Kluut	=	=	220
Duinen Vlieland	A162	Tureluur	=	=	2100
Noordzeekustzone	A001	Roodkeelduiker	=	=	geen
Noordzeekustzone	A002	Parelduiker	=	=	geen
Noordzeekustzone	A017	Aalscholver	=	=	1900
Noordzeekustzone	A048	Bergeend	=	=	520
Noordzeekustzone	A062	Toppereend	=	=	geen
Noordzeekustzone	A063	Eidereend	=	=	26200
Noordzeekustzone	A065	Zwarte zee-eend	=	=	51900

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
Noordzeekustzone	A130	Scholekster	=	=	3300
Noordzeekustzone	A132	Kluut	=	=	120
Noordzeekustzone	A137	Bontbekplevier	=	=	510
Noordzeekustzone	A141	Zilverplevier	=	=	3200
Noordzeekustzone	A143	Kanoetstrandloper	=	=	560
Noordzeekustzone	A144	Drieteenstrandloper	=	=	2000
Noordzeekustzone	A149	Bonte strandloper	=	=	7400
Noordzeekustzone	A157	Rosse grutto	=	=	1800
Noordzeekustzone	A160	Wulp	=	=	640
Noordzeekustzone	A169	Steenloper	=	=	160
Noordzeekustzone	A177	Dwergmeeuw	=	=	geen
Lauwersmeer	A005	Fuut	=	=	60
Lauwersmeer	A017	Aalscholver	=	=	70
Lauwersmeer	A034	Lepelaar	=	=	80
Lauwersmeer	A037	Kleine zwaan	=	=	140
Lauwersmeer	A038	Wilde zwaan	=	=	10
Lauwersmeer	A041	Kolgans	=	=	190
Lauwersmeer	A042	Dwerggans	=	=	40
Lauwersmeer	A043	Grauwe gans	=	=	1100
Lauwersmeer	A045	Brandgans	=	=	1700
Lauwersmeer	A048	Bergeend	=	=	480
Lauwersmeer	A050	Smient	=	=	1600
Lauwersmeer	A051	Krakeend	=	=	900
Lauwersmeer	A052	Wintertaling	=	=	1900
Lauwersmeer	A053	Wilde eend	=	=	1700
Lauwersmeer	A054	Pijlstaart	=	=	510
Lauwersmeer	A056	Slobeend	=	=	290
Lauwersmeer	A059	Tafeleend	=	=	130
Lauwersmeer	A061	Kuifeend	=	=	540
Lauwersmeer	A067	Brilduiker	=	=	40
Lauwersmeer	A068	Nonnetje	=	=	9
Lauwersmeer	A075	Zeearend	=	=	1
Lauwersmeer	A125	Meerkoet	=	=	970
Lauwersmeer	A132	Kluut	=	=	90
Lauwersmeer	A137	Bontbekplevier	=	=	60
Lauwersmeer	A140	Goudplevier	=	=	150
Lauwersmeer	A156	Grutto	=	=	260
Lauwersmeer	A160	Wulp	=	=	50
Lauwersmeer	A161	Zwarte ruiter	=	=	100
Lauwersmeer	A190	Reuzenstern	=	=	10
IJsselmeer	A005	Fuut	=	=	1300
IJsselmeer	A017	Aalscholver	=	=	8100
IJsselmeer	A034	Lepelaar	=	=	30
IJsselmeer	A037	Kleine zwaan	=	=	20 foer/1600
IJsselmeer	A039	Toendrarietgans	=	=	
IJsselmeer	A040	Kleine rietgans	=	=	30
IJsselmeer	A041	Kolgans	=	=	4400
IJsselmeer	A043	Grauwe gans	=	=	580
IJsselmeer	A045	Brandgans	=	=	1500
IJsselmeer	A048	Bergeend	=	=	210
IJsselmeer	A050	Smient	=	=	10300
IJsselmeer	A051	Krakeend	=	=	200
IJsselmeer	A052	Wintertaling	=	=	280

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
IJsselmeer	A053	Wilde eend	=	=	3800
IJsselmeer	A054	Pijlstaart	=	=	60
IJsselmeer	A056	Slobeend	=	=	60
IJsselmeer	A059	Tafeleend	=	=	310
IJsselmeer	A061	Kuifeend	=	=	11300
IJsselmeer	A062	Toppereend	=	=	15800
IJsselmeer	A067	Brilduiker	=	=	310
IJsselmeer	A068	Nonnetje	=	=	180
IJsselmeer	A070	Grote zaagbek	=	=	1300
IJsselmeer	A125	Meerkoet	=	=	3600
IJsselmeer	A132	Kluut	=	=	20
IJsselmeer	A140	Goudplevier	=	=	9700
IJsselmeer	A151	Kemphaan	=	=	2100 foer/
IJsselmeer	A156	Grutto	=	=	290 foer/ 2200
IJsselmeer	A160	Wulp	=	=	310 foer/ 3500
IJsselmeer	A177	Dwergmeeuw	=	=	50
IJsselmeer	A190	Reuzenstern	=	=	40
IJsselmeer	A197	Zwarte stern	=	=	110 foer/ 11800
Zwanenwater & Pettemerduinen	A042	Dwerggans	=	=	20
Zwanenwater & Pettemerduinen	A056	Slobeend	=	=	90
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A005	Fuut	=	=	60
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A017	Aalscholver	=	=	250
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A034	Lepelaar	=	=	20
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A043	Grauwe gans	=	=	240
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A045	Brandgans	=	=	110
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A048	Bergeend	=	=	280
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A052	Wintertaling	=	=	530
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A054	Pijlstaart	=	=	200
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A056	Slobeend	=	=	20
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A130	Scholekster	=	=	790
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A132	Kluut	=	=	180
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A137	Bontbekplevier	=	=	130
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A141	Zilverplevier	=	=	130
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A144	Drieteenstrandloper	=	=	80
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A149	Bonte strandloper	=	=	800
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A157	Rosse grutto	=	=	120
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A160	Wulp	=	=	420
Duinen Goeree & Kwade Hoek	A162	Tureluur	=	=	390
Haringvliet	A005	Fuut	=	=	160
Haringvliet	A017	Aalscholver	=	=	240
Haringvliet	A034	Lepelaar	=	=	160
Haringvliet	A037	Kleine zwaan	=	=	
Haringvliet	A041	Kolgans	=	=	400
Haringvliet	A042	Dwerggans	=	=	20
Haringvliet	A043	Grauwe gans	=	=	6600
Haringvliet	A045	Brandgans	=	=	14800
Haringvliet	A048	Bergeend	=	=	820
Haringvliet	A050	Smient	=	=	8900
Haringvliet	A051	Krakeend	=	=	860
Haringvliet	A052	Wintertaling	=	=	770
Haringvliet	A053	Wilde eend	=	=	6100
Haringvliet	A054	Pijlstaart	=	=	30
Haringvliet	A056	Slobeend	=	=	90

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
Haringvliet	A061	Kuifeend	=	=	3600
Haringvliet	A062	Toppereend	=	=	120
Haringvliet	A094	Visarend	=	=	3
Haringvliet	A103	Slechtvalk	=	=	8
Haringvliet	A125	Meerkoet	=	=	2300
Haringvliet	A132	Kluut	=	=	160
Haringvliet	A140	Goudplevier	=	=	1600
Haringvliet	A142	Kievit	=	=	3700
Haringvliet	A156	Grutto	=	=	290
Haringvliet	A160	Wulp	=	=	210
Hollands Diep	A034	Lepelaar	=	=	4
Hollands Diep	A041	Kolgans	=	=	660
Hollands Diep	A043	Grauwe gans	=	=	1200
Hollands Diep	A045	Brandgans	=	=	160
Hollands Diep	A050	Smient	=	=	540
Hollands Diep	A051	Krakeend	=	=	230
Hollands Diep	A053	Wilde eend	=	=	1900
Hollands Diep	A061	Kuifeend	=	=	1300
Voordelta	A001	Roodkeelduiker	=	=	
Voordelta	A005	Fuut	=	=	280
Voordelta	A007	Kuifduiker	=	=	6
Voordelta	A017	Aalscholver	=	=	480
Voordelta	A034	Lepelaar	=	=	10
Voordelta	A043	Grauwe gans	=	=	70
Voordelta	A048	Bergeend	=	=	360
Voordelta	A050	Smient	=	=	380
Voordelta	A051	Krakeend	=	=	90
Voordelta	A052	Wintertaling	=	=	210
Voordelta	A054	Pijlstaart	=	=	250
Voordelta	A056	Slobeend	=	=	90
Voordelta	A062	Toppereend	=	=	80
Voordelta	A063	Eidereend	=	=	2500
Voordelta	A065	Zwarte zee-eend	=	=	9700
Voordelta	A067	Brilduiker	=	=	330
Voordelta	A069	Middelste zaagbek	=	=	120
Voordelta	A130	Scholekster	=	=	2500
Voordelta	A132	Kluut	=	=	150
Voordelta	A137	Bontbekplevier	=	=	70
Voordelta	A141	Zilverplevier	=	=	210
Voordelta	A144	Drieteenstrandloper	=	=	350
Voordelta	A149	Bonte strandloper	=	=	620
Voordelta	A157	Rosse grutto	=	=	190
Voordelta	A160	Wulp	=	=	980
Voordelta	A162	Tureluur	=	=	460
Voordelta	A169	Steenloper	=	=	70
Voordelta	A177	Dwergmeeuw	=	=	
Krammer-Volkerak	A005	Fuut	=	=	1100
Krammer-Volkerak	A007	Kuifduiker	=	=	2
Krammer-Volkerak	A017	Aalscholver	= (<)	=	490
Krammer-Volkerak	A034	Lepelaar	=	=	40
Krammer-Volkerak	A037	Kleine zwaan	=	=	5
Krammer-Volkerak	A043	Grauwe gans	=	=	2100
Krammer-Volkerak	A045	Brandgans	=	=	1100

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
Krammer-Volkerak	A046	Rotgans	=	=	160
Krammer-Volkerak	A048	Bergeend	=	=	1200
Krammer-Volkerak	A050	Smient	=	=	2500
Krammer-Volkerak	A051	Krakeend	=	=	480
Krammer-Volkerak	A052	Wintertaling	=	=	670
Krammer-Volkerak	A053	Wilde eend	=	=	5300
Krammer-Volkerak	A054	Pijlstaart	=	=	180
Krammer-Volkerak	A056	Slobeend	=	=	310
Krammer-Volkerak	A059	Tafeleend	=	=	130
Krammer-Volkerak	A061	Kuifeend	=	=	4000
Krammer-Volkerak	A067	Brilduiker	=	=	640
Krammer-Volkerak	A069	Middelste zaagbek	=	=	20
Krammer-Volkerak	A094	Visarend	=	=	2
Krammer-Volkerak	A103	Slechtvalk	=	=	5
Krammer-Volkerak	A125	Meerkoet	=	=	1300
Krammer-Volkerak	A132	Kluut	=	=	430
Krammer-Volkerak	A137	Bontbekplevier	=	=	40
Krammer-Volkerak	A156	Grutto	=	=	140
Krammer-Volkerak	A162	Tureluur	=	=	60
Grevelingen	A004	Dodaars	=	=	70
Grevelingen	A005	Fuut	=	=	1600
Grevelingen	A007	Kuifduiker	=	=	20
Grevelingen	A008	Geoorde fuut	=	=	1500
Grevelingen	A017	Aalscholver	=	=	310
Grevelingen	A026	Kleine zilverreiger	=	=	50
Grevelingen	A034	Lepelaar	=	=	70
Grevelingen	A037	Kleine zwaan	=	=	4
Grevelingen	A041	Kolgans	=	=	140
Grevelingen	A043	Grauwe gans	=	=	630
Grevelingen	A045	Brandgans	=	=	1900
Grevelingen	A046	Rotgans	=	=	1700
Grevelingen	A048	Bergeend	=	=	700
Grevelingen	A050	Smient	=	=	4500
Grevelingen	A051	Krakeend	=	=	320
Grevelingen	A052	Wintertaling	=	=	510
Grevelingen	A053	Wilde eend	=	=	2900
Grevelingen	A054	Pijlstaart	=	=	60
Grevelingen	A056	Slobeend	=	=	50
Grevelingen	A067	Brilduiker	=	=	620
Grevelingen	A069	Middelste zaagbek	=	=	1900
Grevelingen	A103	Slechtvalk	=	=	10
Grevelingen	A125	Meerkoet	=	=	2000
Grevelingen	A130	Scholekster	=	=	560
Grevelingen	A132	Kluut	=	=	80
Grevelingen	A137	Bontbekplevier	=	=	50
Grevelingen	A138	Strandplevier	=	=	20
Grevelingen	A140	Goudplevier	=	=	2600
Grevelingen	A141	Zilverplevier	=	=	130
Grevelingen	A149	Bonte strandloper	=	=	650
Grevelingen	A157	Rosse grutto	=	=	30
Grevelingen	A160	Wulp	=	=	440
Grevelingen	A162	Tureluur	=	=	170
Grevelingen	A169	Steenloper	=	=	30

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
Oosterschelde	A004	Dodaars	=	=	80
Oosterschelde	A005	Fuut	=	=	370
Oosterschelde	A007	Kuifduiker	=	=	8
Oosterschelde	A017	Aalscholver	=	=	360
Oosterschelde	A026	Kleine zilverreiger	=	=	20
Oosterschelde	A034	Lepelaar	=	=	30
Oosterschelde	A037	Kleine zwaan	=	=	
Oosterschelde	A043	Grauwe gans	=	=	2300
Oosterschelde	A045	Brandgans	=	=	3100
Oosterschelde	A046	Rotgans	=	=	6300
Oosterschelde	A048	Bergeend	=	=	2900
Oosterschelde	A050	Smient	=	=	12000
Oosterschelde	A051	Krakeend	=	=	130
Oosterschelde	A052	Wintertaling	=	=	1000
Oosterschelde	A053	Wilde eend	=	=	5500
Oosterschelde	A054	Pijlstaart	=	=	730
Oosterschelde	A056	Slobeend	=	=	940
Oosterschelde	A067	Brilduiker	=	=	680
Oosterschelde	A069	Middelste zaagbek	=	=	350
Oosterschelde	A103	Slechtvalk	=	=	10
Oosterschelde	A125	Meerkoet	=	=	1100
Oosterschelde	A130	Scholekster	=	=	24000
Oosterschelde	A132	Kluut	=	=	510
Oosterschelde	A137	Bontbekplevier	=	=	280
Oosterschelde	A138	Strandplevier	=	=	50
Oosterschelde	A140	Goudplevier	=	=	2000
Oosterschelde	A141	Zilverplevier	=	=	4400
Oosterschelde	A142	kievit	=	=	4500
Oosterschelde	A143	Kanoetstrandloper	=	=	7700
Oosterschelde	A144	Drieteenstrandloper	=	=	260
Oosterschelde	A149	Bonte strandloper	=	=	14100
Oosterschelde	A157	Rosse grutto	=	=	4200
Oosterschelde	A160	Wulp	=	=	6400
Oosterschelde	A161	Zwarte ruiter	=	=	310
Oosterschelde	A162	Tureluur	=	=	1600
Oosterschelde	A164	Groenpootruiter	=	=	150
Oosterschelde	A169	Steenloper	=	=	580
Veerse Meer	A004	Dodaars	=	=	160
Veerse Meer	A005	Fuut	=	=	290
Veerse Meer	A017	Aalscholver	=	=	170
Veerse Meer	A026	Kleine zilverreiger	=	=	7
Veerse Meer	A034	Lepelaar	=	=	4
Veerse Meer	A037	Kleine zwaan	=	=	
Veerse Meer	A041	Kolgans	=	=	
Veerse Meer	A045	Brandgans	=	=	600
Veerse Meer	A046	Rotgans	=	=	210
Veerse Meer	A050	Smient	=	=	4000
Veerse Meer	A051	Krakeend	=	=	60
Veerse Meer	A053	Wilde eend	=	=	3200
Veerse Meer	A054	Pijlstaart	=	=	50
Veerse Meer	A056	Slobeend	=	=	40
Veerse Meer	A061	Kuifeend	=	=	760
Veerse Meer	A067	Brilduiker	=	=	420

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
Veerse Meer	A069	Middelste zaagbek	=	=	320
Veerse Meer	A125	Meerkoet	=	=	4200
Veerse Meer	A132	Kluut	=	=	90
Veerse Meer	A140	Goudplevier	=	=	820
Zoommeer	A005	Fuut	=	=	170
Zoommeer	A043	Grauwe gans	=	=	470
Zoommeer	A046	Rotgans	=	=	220
Zoommeer	A048	Bergeend	=	=	200
Zoommeer	A050	Smient	=	=	800
Zoommeer	A051	Krakeend	=	=	180
Zoommeer	A052	Wintertaling	=	=	370
Zoommeer	A054	Pijlstaart	=	=	90
Zoommeer	A056	Slobeend	=	=	90
Zoommeer	A061	Kuifeend	=	=	850
Zoommeer	A125	Meerkoet	=	=	710
Zoommeer	A132	Kluut	=	=	geen
Yerseke en Kapelse Moer	A041	Kolgans	=	=	1700
Westerschelde & Saeftinghe	A005	Fuut	=	=	100
Westerschelde & Saeftinghe	A026	Kleine zilverreiger	=	=	40
Westerschelde & Saeftinghe	A034	Lepelaar	=	=	30
Westerschelde & Saeftinghe	A041	Kolgans	=	=	380
Westerschelde & Saeftinghe	A043	Grauwe gans	=	=	16600
Westerschelde & Saeftinghe	A048	Bergeend	=	=	4500
Westerschelde & Saeftinghe	A050	Smient	=	=	16600
Westerschelde & Saeftinghe	A051	Krakeend	=	=	40
Westerschelde & Saeftinghe	A052	Wintertaling	=	=	1100
Westerschelde & Saeftinghe	A053	Wilde eend	=	=	11700
Westerschelde & Saeftinghe	A054	Pijlstaart	=	=	1400
Westerschelde & Saeftinghe	A056	Slobeend	=	=	70
Westerschelde & Saeftinghe	A069	Middelste zaagbek	=	=	30
Westerschelde & Saeftinghe	A075	Zeearend	=	=	2
Westerschelde & Saeftinghe	A103	Slechtvalk	=	=	8
Westerschelde & Saeftinghe	A130	Scholekster	=	=	7500
Westerschelde & Saeftinghe	A132	Kluut	=	=	540
Westerschelde & Saeftinghe	A137	Bontbekplevier	=	=	430
Westerschelde & Saeftinghe	A138	Strandplevier	=	=	80
Westerschelde & Saeftinghe	A140	Goudplevier	=	=	1600
Westerschelde & Saeftinghe	A141	Zilverplevier	=	=	1500
Westerschelde & Saeftinghe	A142	Kievit	=	=	4100
Westerschelde & Saeftinghe	A143	Kanoetstrandloper	=	=	600
Westerschelde & Saeftinghe	A144	Drieteenstrandloper	=	=	1000
Westerschelde & Saeftinghe	A149	Bonte strandloper	=	=	15100
Westerschelde & Saeftinghe	A157	Rosse grutto	=	=	1200
Westerschelde & Saeftinghe	A160	Wulp	=	=	2500
Westerschelde & Saeftinghe	A161	Zwarte ruiter	=	=	270
Westerschelde & Saeftinghe	A162	Tureluur	=	=	1100
Westerschelde & Saeftinghe	A164	Groenpootruiter	=	=	90
Westerschelde & Saeftinghe	A169	Steenloper	=	=	230
Zwin & Kievittepolder	A026	Kleine zilverreiger	=	=	9
Markiezaat	A005	Fuut	=	=	200
Markiezaat	A008	Geoorde fuut	=	=	50
Markiezaat	A017	Aalscholver	=	=	680
Markiezaat	A034	Lepelaar	=	=	50

Natura 2000 gebied	Soort nr.	Soort	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Aantal vogels
Markiezaat	A037	Kleine zwaan	=	=	30
Markiezaat	A043	Grauwe gans	=	=	510
Markiezaat	A045	Brandgans	=	=	130
Markiezaat	A048	Bergeend	=	=	250
Markiezaat	A050	Smient	=	=	1600
Markiezaat	A051	Krakeend	=	=	280
Markiezaat	A052	Wintertaling	=	=	700
Markiezaat	A054	Pijlstaart	=	=	480
Markiezaat	A056	Slobeend	=	=	150
Markiezaat	A125	Meerkoet	=	=	920
Markiezaat	A132	Kluut	=	=	140
Markiezaat	A137	Bontbekplevier	=	=	360
Markiezaat	A141	Zilverplevier	=	=	1300
Markiezaat	A143	Kanoetstrandloper	=	=	1600
Markiezaat	A149	Bonte strandloper	=	=	6400
Markiezaat	A161	Zwarte ruiter	=	=	210

=: doelstelling is behoud

= (<): achteruitgang ten gunste van een andere habitat of soort is toegestaan

>: doelstelling is uitbreiding/verbetering

14.5 Toelichting modelberekeningen aanvaringsslachtoffers vogels

Modellen

Voor de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers worden twee modellen gebruikt, een empirisch ("Route 2") en een theoretisch model ("Route 3"). Beide modellen verdisconteren eigenschappen van de vogelsoort en van het windturbinepark. Route 2 maakt gebruik van aanvaringskansen geobserveerd in een referentiepark en corrigeert deze kansen voor het verschil in eigenschappen van het windturbinepark ten opzichte van het referentiepark (Oosterbierum, Winkelman, 1992). De eigenschappen (parameters) van vogels en parken worden hieronder opgesomd met nadruk op verschillend gebruik in de twee modellen. De parameters van het park en de turbines zijn die van de voorkeursvariant (zie paragraaf 14.3). De parameters van de vogels zijn specifiek voor de soort of de soortengroep en zijn geschat op basis van literatuurwaarden en/of "expert judgement". De toelichting op de schattingen staat in de paragraaf Parameters.

Parken

- *Aantal turbines dat een vogel tegenkomt bij passage door een windturbinepark*
  Het aantal turbines dat een vogel tegenkomt is afhankelijk van de vliegrichting van de vogel ten opzichte van het windturbinepark en is in deze PB benaderd door de wortel van het totaal aantal turbines te nemen.
- *Ratio tussen het rotoroppervlak en de "passage area"*
  De "passage area" van één turbine wordt berekend als het product van de hoogte van de van de turbine (ashoogte en de helft van de rotordiameter) en de afstand tussen twee turbines.
- *Correctie voor de grootte van de rotor (alleen Route 2): berekend*
  Omdat de aanvaringskans bij het middelpunt van de rotor groter is dan aan de buitenrand, neemt de aanvaringskans af met een toenemend rotoroppervlak. De aanvaringskans geobserveerd in het referentiepark zoals gebruikt in Route 2 wordt daarom gecorrigeerd voor de grootte van de rotor, volgens de formule gebruikt door Bureau Waardenburg (aanzet in Van der Winden *et al.*, 1999, later geformaliseerd uitgewerkt in berekeningswijze die is opgenomen in vele rapporten, als voorbeelden Lensink, 2004; Poot *et al.*, 2004; Prinsen *et al.*, 2006; Van der Winden *et al.*, 2005 en ook is gebruikt voor meerdere MERs voor offshore windturbineparken) en Troost (2008):

  $Orc = (0{,}0001\ Or + 0{,}9026) * 706{,}9$

  waarin:

  Orc "gecorrigeerd" (effectief) rotoroppervlak

  Or het rotoroppervlak van de te gebruiken turbine (volgens πr^2)

706,9 het rotoroppervlak van de turbines in Oosterbierum tijdens het onderzoek van Winkelman (1992a).

Voor de berekeningen wordt het windturbinepark Oosterbierum gebruikt als referentiepark (Winkelman, 1992). Vergelijking van specificaties van Oosterbierum en Tromp Binnen zijn opgenomen in tabel 14.28.

Tabel 14.28 Windturbinepark en turbinegegevens van Tromp Binnen en Oosterbierum

park	# turbines in park	grootste breedte blad (m)	# bladen	rotor diameter (m)	rotatie periode (s)	spoed (graden)	ashoogte (m)
Tromp Binnen	59	4,0*	3	126	4,3	30*	80
Oosterbierum	18	1,5*	3	30	>1,25	30*	35

* aangenomen; bladbreedte is van relatief beperkte invloed; rotatieperiode en opbrengst wordt bij Tromp Binnen geoptimaliseerd door pitch (draaihoek) te veranderen

Vogels

- *Flux (het aantal vogels dat per jaar door het gebied van het park vliegt: gelijk voor beide modellen*
  Het aantal vogels dat – zonder uitwijking – door gebied van het park zou vliegen (flux) is soortspecifiek en het product van het aantal vogels in Natura 2000-gebieden in Nederland en Groot-Brittannië, de fractie daarvan die oost-west en vice versa over de zuidelijke Noordzee vliegt, en gecorrigeerd voor de ligging van het windturbinepark (zie bijlage 14.2).
- *Fractie van de vogels die op turbinehoogte vliegt: gelijk voor beide modellen*
  De fractie vogels die op turbinehoogte vliegt is van belang, omdat alleen die vogels door een rotor geraakt kunnen worden, die door het verticale vlak vliegen dat wordt bestreken door de rotors van de in het windturbinepark gebruikte turbine(s).
- *Uitwijking van het gehele park ("macro avoidance", Winkelman, 1992; Troost, 2008): gelijk voor beide modellen*
  De "macro avoidance" van een geheel park is van belang, omdat alleen vogels door een rotor geraakt kunnen worden, die werkelijk door het windturbinepark vliegen.
- *Uitwijking van individuele turbines ("micro avoidance"): is in Route 2 impliciet verdisconteerd in de aanvaringskans, en wordt expliciet meegenomen in Route 3*
  De "micro avoidance" is de uitwijking voor een individuele turbine als een vogel al door het windturbinepark vliegt.

- *Aanvaringskans: empirisch (bepaald in referentiepark) in Route 2 en theoretisch (geschat met zgn. Band model) in Route 3*
  De aanvaringskans zoals gebruikt in Route 2 is de empirische kans van een vogelsoort die geobserveerd is in het gebied van een referentiepark. De aanvaringskans zoals gebruikt in Route 3 is de theoretische kans van een vogelsoort die door het rotoroppervlak van één turbine vliegt.

Parameters

Vlieghoogte: fractie op turbinehoogte

Hoewel vogels doorgaans binnen een specifieke range van vlieghoogtes vliegen, zijn deze in veel gevallen niet bekend (Krijgsveld *et al.,* 2005). Gedurende de nacht wordt aangenomen dat het aanvaringsrisico voor vogels hoger is dan overdag (Fox *et al.,* 2006). Uit radarstudies blijkt dat de vlieghoogte en vliegintensiteit (flux) over het algemeen hoger zijn gedurende de nacht, in het bijzonder tijdens de trektijd (Eastwood, 1967; Winkelman, 1992; Krijgsveld *et al.,* 2005; Dirksen *et al.,* 2007) (75% van de trekvogels > 200 m; Eastwood, 1967). Bovendien blijkt de afstand tot windturbines groter te zijn (Desholm en Kahlert, 2005).

Aangezien de boven- en ondergrens van het rotoroppervlak verschilt tussen de windturbineparken is de absolute boven- en ondergrens van alle desbetreffende windturbineparken aangehouden. De minimumhoogte bedraagt 25 meter en de maximumhoogte 153 meter. Dit resulteert in een theoretische rotordiameter van 128 meter, wat twee meter groter is dan de werkelijke diameter van de grootste turbine.

Het aandeel vogels dat tussen de 25 en 153 meter vliegt is per soortgroep, en zo mogelijk per soort, afgeleid van visuele observaties tijdens panoramascans (overdag) (Krijgsveld *et al.*, 2005). Tijdens deze panoramascans is de vlieghoogte vastgelegd in vijf verschillende klassen: 0-30 m, 30-75 m, 75-120 m, 120-165 m en 165-310 m boven zeeniveau. 's Nachts vliegen vogels veelal hoger (Krijgsveld *et al.*, 2005); gebruik van deze waarden die overdag bepaald zijn past in de "*worst-case*/voorzorg"-benadering die gevraagd is.

Aangezien de hoogte van de rotoroppervlakte verschilt van de hoogte waarop de vlieghoogte door Krijgsveld *et al.*, (2005) bepaald zijn, is het aandeel vogels op rotorhoogte als volgt bepaald: van de vogels tussen 0 en 310 m zijn dat de vogels waargenomen in de middelste klassen (30-165 m), plus een deel (16,7%) van de fractie in de onderste klasse (0-30 m). Vogels die boven de hoogste zone vlogen (>310 m) zijn dus geheel buiten beschouwing gelaten. Het berekende aandeel vogels op rotorhoogte is daardoor hoger dan werkelijk het geval is.

De aanname dat vogels gelijkmatig verdeeld zijn over de onderste klasse resulteert voor sommige soorten in een overschatting van het aantal vogels dat op rotorhoogte vliegt (voorbeeld: zee-eenden, alkachtigen en jagers). Veel van deze soorten vliegen doorgaans lager dan 19 meter boven zeeniveau (Krijgsveld *et al.*, 2005). Bovendien hebben Larsen & Guillemette bij een offshore windturbinepark in Denmarken vastgesteld, dat 91% van de groepen eidereenden lager vliegt dan 10 meter en 98% lager dan 20 meter. Dit betekent dat slechts 2% van de eidereenden een kans op aanvaringen heeft. In tabel 14.29 is de fractie op rotorhoogte bepaald, per soort(engroep).

Tabel 14.29 Aandeel vogels per soort(groep) dat tussen 30 m en 165 m vliegt (binnen 16,7% van de onderste zone)

soort(groep)	fractie tussen 30-165 m	16,7% van de onderste hoogteklasse	fractie op rotorhoogte	gebaseerd op vlieghoogte van
Stormvogels	0,2	0,13	0,33	noordse stormvogel
Jan-van-gent	0,5	0,08	0,58	jan-van-gent
Aalscholver	0,7	0,05	0,75	aalscholver
Ganzen en zwanen	0,65	0,06	0,71	kleine zwaan, taigarietgans, kolgans, rotgans, bergeend
Eenden	0,5	0.08	0,58	smient, krakeend, wintertaling, wilde eend, pijlstaart, zomertaling, slobeend, tafeleend, kuifeend
Zee-eenden	0,2	0,13	0,33	zwarte zee-eend, brilduiker, nonnetje, middelste zaagbek, grote zaagbek
Steltlopers	0,25	0,13	0,38	scholekster, bontbekplevier, goudplevier, zilverplevier, kievit, kanoet, groenlandse kanoet, drieteenstrandloper, krombekstrandloper, bonte strandloper, kemphaan, watersnip, ijslandse grutto, rosse grutto, regenwulp, wulp, tureluur, ijslandse tureluur, groenpootruiter, steenloper
Jagers	0,2	0,13	0,33	kleine jager, grote jager
Dwergmeeuw	0,1	0,15	0,25	dwergmeeuw
Kokmeeuw	0,3	0.12	0,42	kokmeeuw

soort(groep)	fractie tussen 30-165 m	16,7% van de onderste hoogteklasse	fractie op rotorhoogte	gebaseerd op vlieghoogte van
Stormmeeuw	0,5	0,08	0.58	stormmeeuw
Kleine mantelmeeuw	0,6	0,07	0,67	kleine mantelmeeuw
Zilvermeeuw	0,6	0,07	0,67	zilvermeeuw
Grote mantelmeeuw	0,55	0,08	0,63	grote mantelmeeuw
Drieteenmeeuw	0,4	0.10	0,50	drieteenmeeuw
Sterns	0,6	0,07	0,67	grote stern, visdief, noordse stern, dwergstern
Alkachtigen	0,005	0,16	0,21	zeekoet, alk
Zangvogels	0,5	0,08	0,58	frater

Uitwijking voor een windturbinepark: "macro avoidance"

Vogels ontwijken windturbineparken en windturbines door hun vlieggedrag aan te passen. Vogels reageren op verschillende manieren. Ze kunnen een windturbinepark als geheel mijden door horizontaal of verticaal uit te wijken, of ze kunnen binnen een windturbinepark de individuele turbines mijden door tussen de turbines door te vliegen. Hierbij vertonen de verschillende vogelsoorten verschillend gedrag. Er zijn goede onderzoeksresultaten beschikbaar waaruit dit naar voren komt, zie literatuuroverzicht in de MER voor Tromp Binnen. Er zijn duidelijke algemene conclusies te trekken uit deze studies, maar het is niet zo dat uit het totaal van de beschikbare literatuur eenvoudig per soort een correctiefactor voor uitwijking kan worden afgeleid.

Voor sommige soorten zijn er kwantitatieve gegevens. Het onderzoek in de Deense windturbineparken Nysted en Horns Rev (Petersen *et al.,* 2006) heeft voor een aantal soorten goede gegevens opgeleverd. Uit de vergelijking tussen de windturbineparken is ook duidelijk dat sommige resultaten locatiespecifiek zijn, doordat ze samenhangen met de ligging ten opzichte van land.

In zijn algemeenheid is uit onderzoek komen vast te staan dat vliegende vogels windturbineparken en windturbines, net als andere obstakels, in veel gevallen en onder veel omstandigheden in aanzienlijke mate weten te vermijden. De resultaten van onderzoek bij windturbines in het water (nearshore en offshore: NL: IJsselmeer, DK: Tunø Knob, Nysted en Horns Rev, S: Utgrunden) passen geheel in dit beeld. Er zijn wel verschillen tussen

trekkende en lokaal verblijvende vogels: sommige lokaal verblijvende soorten leken de Deense offshore windturbineparken niet of nauwelijks te mijden.

Uit deze onderzoeken is duidelijk dat (macro-)vermijdingspercentages altijd (ruim) boven 70% liggen, tot wel 95% kunnen oplopen, maar ook tussen soorten en locaties kunnen verschillen. Er is daarom voor deze PB uiteindelijk gekozen voor de volgende benadering. Met in het achterhoofd de *worst-case* / voorzorgsbenadering die in deze PB gekozen is, is per soort/soortgroep een waarde gekozen. Voor alle soorten geldt dat 70% macro-uitwijking een "veilige" waarde is; voor sommige soorten/soortgroepen is uit onderzoek duidelijk dat ze een sterkere vermijding vertonen en daarvoor is dan ook een hogere waarde gekozen. In tabel 14.30 is per soort/soortgroep de gekozen waarde weergegeven.

Tabel 14.30 Geschatte vermijding ("macro avoidance") per soortengroep

soorten(groep)	toelichting	vermijding
Noordse stormvogel	net als meeuwen	0,9
Jan-van-gent	zeer sterke vermijding van windturbineparken	0,95
Aalscholver		0,7
Zwanen, eenden en ganzen	vermijden windturbineparken meer dan andere soorten	0,9
Roofvogels	weinig bekend	0,7
Kraanvogel	vermijden windturbineparken sterk (studie op land)	0,9
Steltlopers	vermijden windturbineparken maar mate waarin minder duidelijk	0,7
Trekkende meeuwen en jagers	vermijden windturbineparken waarschijnlijk meer dan lokaal verblijvende vogels, bovendien zijn het soorten die ook tussen windturbines heel goed de open ruimtes opzoeken	0,9
Sterns	sterke vermijding van windturbineparken	0,9
Alkachtigen	zeer sterke vermijding van windturbineparken	0,95
Uilen	niets bekend	0,7
Zangvogels	niets bekend	0,7

Het aanvaringsrisico wordt ook berekend voor kolonievogels, die in en achter het park foerageren. Dit zijn deels lokaal foeragerende vogels, deels langs vliegende vogels op weg

naar verder weg gelegen locaties. Hoewel in de Deense offshore windturbineparken werd vastgesteld dat lokaal foeragerende meeuwen windturbineparken niet of nauwelijks mijden, is duidelijk dat deze foeragerende individuen heel goed in staat zijn bij de turbines weg te blijven (macro-vermijding **binnen** het park dus). Vermijding op een lage waarde zetten geeft daarmee een zeer vertekend beeld (zie ook de noodgedwongen zeer hoge schattingen van aantallen aanvaringsslachtoffers onder meeuwen in enkele (addenda op) MERs. Het is verdedigbaar ook voor deze, merendeels naar achter het park gelegen locaties vliegende meeuwen, de hierboven aangehouden waarde van 0,9 te gebruiken.

Uitwijking voor een turbine: "Micro-avoidance"
In de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers volgens route 3 wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen uitwijking: macro-uitwijking (uitwijking van het gehele windturbinepark) en micro-uitwijking (uitwijking van de rotoroppervlakte van individuele turbines).

Schattingen van de mico-uitwijking variëren sterk tussen verschillende studies (Winkelman, 1992; Desholm & Kahlert, 2005). Bovendien blijkt het uitwijkgedrag sterk afhankelijk van de desbetreffende soort, locatie en factoren als weer en configuratie van het desbetreffende windturbinepark (Chamberlain *et al.*, 2005).

Gepubliceerde schattingen van uitwijkpercentages zijn doorgaans hoger dan 95% (Chamberlain *et al.*, 2006). Het type uitwijkgedrag (micro/macro) verschilt echter sterk tussen de gepubliceerde studies of is niet bekend. Desholm & Kahlert (2006) schatten de totale uitwijking voor eidereend op 94,6%. Percival (2002) hanteren een uitwijking van 99,62% voor kleine zwanen die door een windturbinepark vliegen. Radarstudies laten zien dat minder dan 1% van de ganzen en eenden die door een windturbinepark vliegen voldoende dicht langs een windturbine vliegen om mogelijk aanvaringsslachtoffer te worden (Desholm & Kahlert, 2005). Deze studies maken echter ook geen onderscheid tussen de verschillende typen uitwijking. Volgens de SNC (Scottish Natural Heritage) kan een uitwijking van 95% voor alle soorten toegepast worden.

Het is duidelijk dat het uitwijkgedrag van afzonderlijke soorten op microschaal moeilijk te bepalen is (Desholm *et al.*, 2006). Kleine variaties in de gehanteerde uitwijkpercentages resulteren in aanzienlijke verschillen ten aanzien van de totale mortaliteit. Betrouwbare schattingen van uitwijkgedrag zijn cruciaal om betrouwbare uitspreken ten aanzien mortaliteit te kunnen doen. Chamberlain *et al.* (2005; 2006) raden daarom het gebruik van het SNH-model af zolang gegevens over uitwijkgedrag ontbreken.

Aangezien het uitwijkgedrag op microniveau moeilijk te schatten is, zijn de berekeningen van het aantal aanvaringsslachtoffers volgens route 3 met verschillende waarden voor de micro-uitwijking uitgevoerd (bijlage 14.2).

Aanvaringskans: empirisch in een referentiepark

Winkelman (1992, tabel 12a) geeft voor enkele soortgroepen het aanvaringspercentage voor de vogels die in het donker door het windturbinepark vlogen. Hierbij zijn de in haar onderzoek gevonden "mogelijke" aanvaringsslachtoffers in de berekeningen meegenomen. De waarden worden als gemiddelde en als maximum van een 95%-betrouwbaarheidsinterval gegeven. De waarden zijn als volgt.

soortgroep	gemiddelde aanvaringskans	max. 95% betrouwbaarheidsinterval
Eenden	0,04%	0,09%
Meeuwen	0,16%	0,37%
Steltlopers	0,06%	0,13%
Zangvogels	0,28%	0,64%
Gemiddeld over de vier groepen	0,14%	0,31%
Alle vogels samen[1]	0,17%	0,40%

1 dit is gewogen gemiddelde over de soortgroepen

Deze aanvaringskansen in het donker kunnen, samen met gegevens over het aantal vogels dat in het donker door het park dan wel over de locatie van het toekomstige park, vliegt, gebruikt worden om het aantal aanvaringsslachtoffers te schatten. Gezien de onzekerheden in dit soort getallen en het voorzorgprincipe werken wij met het maximum van het betrouwbaarheidsinterval.

Aanvaringskans Route 2

Voor alle soorten waarvoor bij berekening volgens route 2 is gebleken dat het aantal slachtoffers groter is dan 1% van de natuurlijke jaarlijkse sterfte is het aantal aanvaringsslachtoffers tevens volgens route 2 berekend. De formule die hiervoor gebruikt is is als volgt (Troost, 2008):

aantal slachtoffers per jaar = b * h * a_macro * r/r_ref * e/e_ref *p_cor * p2

B = aantal vogel passages per jaar
H = fractie van het aantal vogels op turbinehoogte
a_macro = fractie van alle vogels dat het windturbinepark vermijdt
R = ratio van rotor oppervlakte en "passage area" per turbine
r_ref = ratio van rotor oppervlakte en "passage area" per turbine in referentie windturbinepark
E = gemiddeld aantal turbines dat gepasseerd wordt per passage van het windturbinepark
e_ref = gemiddeld aantal turbines dat gepasseerd wordt per passage van het windturbinepark in referentie windturbinepark
p_cor = correctie van p2 voor verschillen in rotor diameter met referentie windturbinepark
p2 = gemiddeld aantal aanvaringen per passage van het referentie windturbinepark op turbine hoogte.

Aanvaringskans Route 3: theoretisch (Band model, Band, 2000)

Voor alle soorten waarvoor bij berekening volgens route 2 is gebleken dat het aantal slachtoffers groter is dan 1% van de natuurlijke jaarlijkse sterfte is het aantal aanvaringsslachtoffers tevens volgens route 3 berekend. De formule die hiervoor gebruikt is is als volgt (Troost, 2008):

aantal slachtoffers per jaar = b * h * a_macro * r * e * a_micro * p3

B = aantal vogel passages per jaar
H = fractie van het aantal vogels op turbinehoogte
a_macro = fractie van al e vogels dat het windturbinepark vermijdt
R = ratio van rotor oppervlakte en "passage area" per turbine
E = gemiddeld aantal turbines dat gepasseerd wordt per passage van het windturbinepark
a_micro = fractie van alle vogels dat de rotorbladen weet te ontwijken
p3 = geschat aantal aanvaringen bij passage van het rotoroppervlakte van één turbine.

Aanvaringsrisico per windturbine (p3)

SNH-model

Om het aantal aanvaringen voor één turbine te berekenen is het SNH-model gebruikt (Scottish natural Heritage). Dit model voorspelt op basis van de biometrische kenmerken van de desbetreffende vogelsoort enerzijds en het ontwerp van de windturbine anderzijds de kans dat een vogel tegen de rotors aanvliegt. Hierbij wordt geen rekening gehouden met het uitwijkgedrag van de desbetreffendevogel. De kenmerken van de vogelsoorten die van belang zijn zijn de "aspect ratio" (lengte van de vogel/vleugellengte) en de vliegsnelheid. Voor de desbetreffende windturbine zijn de volgende eigenschappen van belang: maximale "chord" van de rotor, rotordiameter, aantal wieken, "pitch" van de wieken en het aantal omwentelingen per minuut (rotatieperiode). De kans op een aanvaring is vervolgens gebruikt om het aantal slachtoffers per jaar te berekenen volgens het Route 3 model (Troost, 2008). Deze berekening is per soort en per windturbinepark afzonderlijk uitgevoerd.

Biometrische parameters vogels

De lengte en vleugellengte van ieder soort is afgeleid van beschikbare literatuur (Svensson *et al.,* 1999; Snow and Perrins, 1998). Indien de desbetreffende waarde alleen als een range bekend was is de hoogste waarde gekozen. Hiermee is gekozen voor een maximaal aanvaringsrisico, aangezien de kans op aanvaringen toeneemt bij grotere lengte en vleugellengte (Chamberlain *et al.,* 2005; Chamberlain *et al.,* 2006). Dit is met name het geval bij vogelsoorten waarbij het verschil tussen beide sexen aanzienlijk is. Hierbij is tevens de grootste maat gehanteerd (bijvoorbeeld in geval van slechtvalk het vrouwtje en in geval van kemphaan het mannetje).

Indien beschikbaar zijn vliegsnelheden gebaseerd op Alerstam *et al.* (2007). Daarnaast zijn vliegsnelheden van kleine mantelmeeuw, grauwe kiekendief en groenling gebaseerd op Bruderer and Boldt (2001; in Alerstam *et al.,* 2007), vliegsnelheden van noordse stormvogel op Mallory (2008) en de vliegsnelheid van jan van gent, grote jager, zeekoet en alk op Pennycuick (1987). Voor vogels, waarvan in de literatuur geen vliegsnelheden konden worden gevonden is de laagste vliegsnelheid gekozen van de sterk gerelateerde vogelsoorten. Hiermee is gekozen voor een maximaal aanvaringsrisico, aangezien de kans op aanvaringen toeneemt met afnemende vliegsnelheid (Chamberlain *et al.,* 2005; Chamberlain *et al.,* 2006).

Tabel 14.31 Biometrische vogelparameters met bijbehorende bronnen

EU-code	species	lengte (m)	spanwijdte vleugels (m)	aspect ratio (lengte/ spanwijdte)	vlieg-snelheid (m/sec)	opmerkingen
A009	Noordse stormvogel	0,52[6]	1,17[6]	0,44	9,72[3]	
A016	Jan-van-gent	0,97[6]	1,92[6]	0,51	14,2[4]	
A017	Aalscholver	0,94[6]	1,49[6]	0,63	15,2[1]	
A037	Kleine zwaan	1,27[6]	1,95[6]	0,65	18,5[1]	
A046a	Rotgans	0,62[6]	1,17[6]	0,71	17,7[1]	
A054	Pijlstaart	0,62[6]	0,87[6]	0,64	20,6[1]	
A065	Zwarte zee-eend	0,54[6]	0,84[6]	0,62	22,1[1]	
A067	Brilduiker	0,48[6]	0,77[6]	0,64	20,3[1]	
A068	Nonnetje	0,44[6]	0,69[6]	0,71	18,5[1]	gebaseerd op wilde eend
A069	Middelste zaagbek	0,58[6]	0,82[6]	0,72	20,0[1]	
A070	Grote zaagbek	0,68[6]	0,94[6]	0,47	19,7[1]	
A082	Blauwe kiekendief	0,55[6]	1,18[6]	0,45	9,1[1]	
A103	Slechtvalk	0,51[6]	1,13[6]	0,90	12,1[1]	
A127	Kraanvogel	1,99[6]	2,22[6]	0,48	15,0[1]	
A130	Scholekster	0,44[6]	0,83[6]	0,53	13,0[1]	
A137	Bontbekplevier	0,195[6]	0,41[6]	0,48	19,5[1]	
A140	Goudplevier	0,28[6]	0,59[6]	0,47	13,7[1]	gebaseerd op amerikaanse goudplevier
A141	Zilverplevier	0,29[6]	0,63[6]	0,46	17,9[1]	
A142	Kievit	0,31[6]	0,72[6]	0,43	12,8[1]	
A143	Kanoet (Groenland)	0,26[6]	0,53[6]	0,49	20,1[1]	
A144	Drieteenstrandloper	0,21[6]	0,45[6]	0,47	15,3[1]	gebaseerd op bonte strandloper
A147	Krombekstrandloper	0,46[6]	0,46[6]	0,47	015,3[1]	gebaseerd op bonte strandloper
A149	Bonte strandloper	0,21[6]	0,36[6]	0,58	15,3[1]	
A151	Kemphaan	0,32[6]	0,60[6]	0,53	17,4[1]	
A156	IJslandse grutto	0,53[6]	0,74[6]	0,72	18,3[1]	gebaseerd op rosse grutto
A157	Rosse grutto	0,52[6]	0,72[6]	0,72	18,3[1]	
A158	Regenwulp	0,54[6]	0,88[6]	0,61	16,3[1]	

EU-code	species	lengte (m)	spanwijdte vleugels (m)	aspect ratio (lengte/ spanwijdte)	vlieg-snelheid (m/sec)	opmerkingen
A160	Wulp	0,572[6]	1,06[6]	0,68	16,3[1]	
A162	Tureluur	0,27[6]	0,53[6]	0,51	9,6[1]	gebaseerd op bosruiter
A164	Groenpootruiter	0,34[6]	0,62[6]	0,55	12,3[1]	
A169	Steenloper	0,24[6]	0,49[6]	0,49	14,9[1]	
A173	Kleine jager	0,525[6]	1,18[6]	0,44	13,8[1]	
A175	Grote jager	0,58[6]	1,40[6]	9,41	15,6[4]	
A177	Dwergmeeuw	0,28[6]	0,69[6]	0,41	11,5[1]	
A179	Kokmeeuw	0,39[6]	0,99[6]	0,39	11,9[1]	
A182	Stormmeeuw	0,46[6]	1,08[6]	0,43	13,4[1]	
A183	Kleine mantelmeeuw	0,56[6]	1,34[6]	0,42	11,9[2]	
A184	Zilvermeeuw	0,60[6]	1,48[6]	0,41	12,8[1]	
A187	Grote mantelmeeuw	0,74[6]	1,66[6]	0,46	13,7[1]	
A188	Drieteenmeeuw	0,42[6]	1,05[6]	0,40	13,1[1]	
A191	Grote stern	0,43[6]	0,97[6]	0,44	10,9[1]	gebaseerd op noordse stern
A193	Visdief	0,37[6]	0,80[6]	0,46	10,9[1]	gebaseerd op noordse stern
A194	Noordse stern	0,39[6]	0,77[6]	0,51	10,9[1]	
A195	Dwergstern	0,25[6]	0,47[6]	0,53	10,9[1]	gebaseerd op noordse stern
A199	Zeekoet	0,50[6]	0,73[6]	0,68	17,9[4]	
A200	Alk	0,43[6]	0,69[6]	0,62	16,2[4]	
A222	Velduil	0,4-[6]	1,05[6]	0,38	8,4[2]	gebaseerd op grauwe kiekendief
A367	Frater	0,14[6]	0,24[6]	0,57	12,2[2]	gebaseerd op groenling

1) Alerstam et al. (2007); 2) Bruderer & Boldt (2001); 3) Mallory et al. (2008); 4) Pennycuick (1987); 5) Snow & Perrins (1998); 6) Svensson et al. (1999)

Vleugelslagen en glijvluchten

In het SNH-model kan gecorrigeerd worden voor het vlieggedrag van de desbetreffende vogelsoort. Hierbij wodt onderscheid gemaakt tussen vogels die hoofdzakelijk glijvluchten maken (voorbeeld: jan van gent) en vogels die nagenoeg alle tijd vleugelslagen maken

(voorbeeld: aalscholver, zeekoet). Voor alle soorten is in dit opzicht gekozen voor glijvluchten aangezien hiermee de aanvaringskans het grootst is (Pennycuick, 1987).

14.6 Toelichting foerageerafstanden en verspreiding op zee van kleine mantelmeeuw

Een belangrijk discussiepunt is tot nu toe altijd geweest de verdeling van foeragerende vogels over het foerageergebied op zee. Problematisch is dat verschillende bronnen niet direct met elkaar te stroken zijn. Camphuysen (19xx) vond op zee een verdeling (in juni/juli, de broedperiode) die met afstand vanaf de kust gefit kon worden op een logaritmische curve. Zijn waarnemingen betroffen alle vliegende exemplaren, niet al een de foeragerende individuen. Uit scheepstellingen (ESAS dataset) en vliegtuigtellingen (RIKZ dataset) blijkt in diezelfde periode een homogenere verdeling van mantelmeeuwen op het NCP. De vraag is nu: hoe komt een dergelijke verdeling tot stand?

Voor de kleine mantelmeeuw zijn zendergegevens beschikbaar die suggereren dat ze een voorkeursrichting en afstand hebben om voedsel te zoeken, vermoedelijk gekoppeld aan de aanwezigheid van kotters die vis en ingewanden overboord gooien (zie www.sovon.nl en tabel 14.32). Er blijkt in ieder geval geen algemeen beeld uit van afnemende aantallen vliegbewegingen vanaf de kolonie (per individu of van de groep gezenderde vogels). Hier zijn dus twee aannames mogelijk: óf het aantal foeragerende meeuwen neemt af met afstand vanaf de kolonie, óf het aantal foeragerende meeuwen blijft gelijk, tot op een bepaalde afstand. Voor de aanvaringsslachtoffers gaat het om het aantal vliegende vogels, en dat is een afgeleide van het aantal foeragerende vogels. Indien vogels een voorkeur hebben om door te vliegen in plaats van sterk aan de kust te zijn gebonden dan kan dit leiden tot een homogene verdeling.

Tabel 14.32 Overzicht foerageer- en migratietochten van de door SOVON gezenderde kleine mantelmeeuwen

ESA individu	foerageren	overwinteren
41745	Op land: Friesland. Op zee: NW van Vlieland ca. 75 km max.	Centraal Spanje heen (2007) via Zuid Engeland, terug (2008) via Normandië en België
41762	Op land: Texel (meeste). Op zee: ca. 100 km NW van Vlieland (niet veel tochten)	Zuidwest Spanje, via midden en zuid Engeland, heen en terug via Bretagne en zuidoost Engeland
41749	Op land: enkele keer naar Texel. Op zee: ca. 100 km NW van Vlieland	Zuidwest Portugal, heen via zuidoost Engeland, terug via west Frankrijk, Normandië

ESA individu	foerageren	overwinteren
41752	Op land: Friesland (helft). Op zee: 80 km NW Vlieland, enkele keer ZW 100 km	Zuid centraal Spanje, Portugal. heen via zuid Engeland, terug via Normandië en België
41757	Op land: niet. Op zee: N-NW Vlieland, 50-100 km	Noord Spanje, heen en terug via zuidoost Engeland
41758	Op land: heel enkele keer naar Texel. Op zee: vooral NW, soms W van Vlieland, 50-100 km	West Portugal, Zuid Spanje, heen en terug via zuid Engeland en Bretagne
41763	Op land: langs Hollandse kust, Texel, Terschelling, niet vaak. Op zee: vaak NW maar ook regelmatig W en ZW, 50-80 km	Centraal Spanje, heen en terug via België en Normandië
41764	Op land: heel enkele keer Friesland. op zee: NW en W van Vlieland, 80-120 km	ZW Frankrijk, heen via ZO Engeland en Bretagne, terug via Bretagne en België
41767	Op land: soms Terschelling. Op zee: NW dichtbij, 30 km en WZW, 100-150 km	Noord Spanje, Portugal, Zuidwest Spanje, heen en terug via ZO Engeland en Bretagne
41771	Op land: Friesland, Veluwe, Flevopolder. Op zee: een enkele keer, NW 80 km (heel zelden)	Portugal, Marokko, heen en terug via België een enkele keer, NW 80 km (heel zelden) en Bretagne
41773	Op land: vooral Texel, kop van Noord-Holland. Op zee: tot 50 km NW Vlieland	Portugal, Noord Spanje, heen en terug via België en Bretagne
41775	Op land: heel Nederland. Op zee: NNW tot W, ca. 80 km, enkele keer 150 km	Zuid Engeland, heen en terug via Zuidelijke Bocht
41780	Op land: Waddenzee ten ZO van Vlieland, tot 20 km	Portugal, Zuid Spanje, heen via België en Normandië (geen signaal na 29-10 2007)
41781	Op land: soms op Texel. Op zee: vooral NW van Vlieland, 100 km	Portugal, Zuid Spanje, heen en terug via België en Normandië

In het geval van een homogene verdeling van het aantal foeragerende vogels binnen het foerageergebied zal het aantal waarnemingen van **vliegende** vogels op een bepaald transect kwadratisch afnemen met de afstand vanaf de kolonie. De gegevens van Camphuysen waarin een logaritmische afname werd gefit op een dergelijk transect suggereert dat er een tweede factor in het spel is die een sterkere afname van foeragerende vogels vanaf de kolonie stuurt. Het kan ook zijn dat niet het juiste regressiemodel is gekozen en dat een kwadratisch model een betere fit had gegeven. Dit valt niet na te gaan omdat de oorspronkelijke gegevens van de studie van Camphuysen niet beschikbaar zijn.

14.7 Resultaten berekeningen aanvaringen vogels

Schattingen van het aantal aanvaringsslachtoffers met Route 3 - trekvogels
De mogelijke aantallen aanvaringsslachtoffers zijn geschat met Route 3 (Troost, 2008) voor 33 populaties broedende vogelsoorten en 31 populaties van niet-broedende soorten in Natura 2000-gebieden, met een range van uitwijkingspercentages voor iedere windturbineparkvariant. Zelfs voor de laagste uitwijkingspercentages (90% gecombineerd voor macro- en micro-uitwijking), lagen de aantallen aanvaringsslachtoffers onder 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit voor alle soorten en alle windturbineparkvarianten. De aantallen aanvaringsslachtoffers kwamen voor sommige boven de 1% wanneer geen uitwijking werd ingevoerd in de berekening.

Aanvaringsschattingen zonder uitwijking in de berekening
Zonder uitwijking overschreden de aantallen aanvaringsslachtoffers de 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit voor de broedende soorten jan-van-gent, Grote stern en Dwergstern. De hoogste waarde was 1,89% voor Grote Stern. Voor deze soort zou een gecombineerde uitwijking van 47% resulteren in een sterfte van 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit. Zelfs zonder micro uitwijking, deze waarde is lager dan de geschatte macro-uitwijking voor de soort (zie bijlage 14.5 voor Route 2 uitwijking).

Zonder uitwijking overschreden de aantallen aanvaringsslachtoffers de 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit voor de niet-broedende soorten kleine zwaan, Rotgans, Pijlstaart, Kanoet (Groenland) en Grote stern. De hoogste waarde was 1,89% voor Grote Stern. Voor deze soort zou een gecombineerde uitwijking van 47% resulteren in een sterfte van 1% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit. Zelfs zonder micro-uitwijking, deze waarde is lager dan de geschatte macro-uitwijking voor de soort (zie bijlage 14.5 voor Route 2 uitwijking).

Toepassing van uitwijkingspercentages
De schattingen van aantallen aanvaringsslachtoffers met Route 3 worden in hoge mate bepaald door de mate waarin vogels uitwijken voor windturbineparken en windturbines. Het toepassen van de waarden voor macro-uitwijking (zie bijlage 14.5 voor Route 2 uitwijking) en micro-uitwijking (0,95 zoals aanbevolen door Scottish Natural Heritage) resulteerde in aantallen aanvaringsslachtoffers die in het algemeen hoger waren dan die uit Route 2, maar in alle gevallen waren die aantallen onder 0,017% van de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit. Verhoging van de micro-uitwijking van 95% naar 96% reduceert het aantal aanvaringsslachtoffers bij bijvoorbeeld de grote Stern met meer dan 20%. Zonder realistische waarden voor de micro-uitwijking, vooral voor de soorten waarvoor berekeningen moeten worden uitgevoerd en voor offshore situaties, zijn de schattingen met behulp van

Route 3 zeer onnauwkeurig en daardoor onbetrouwbaar. Zolang veldgegevens over micro-uitwijking ontbreken, is gebruik van de meer robuuste Route 2 te prefereren.

Kolonievogels, m.b.v. route 2

EU-code	species	country	colony	# breeding pairs in N2000	annual surv. (green = from BTO website)	1% annual N	bird flux	fraction at turbine height	macro-avoidance	duck/gull/water/passerine	coll. prob. per crossing (ref)	voorkeursalternatief3 MW basis	voorkeursalternatief3 MW basis
							b	h	a_macro		p2		
from appendix C (Add-1)				Total no. of pairs	Fraction / year	No. of birds	#crossings / year	-	-		#collisions / crossing	# collisions	% annual N
A193	Kleine mantelmeeuw	N	Duinen en Lage Land Texel	14000	0,914	24,1	168382	0,67	0,9	G	0,0037	15,63	8,65
A193	Kleine mantelmeeuw	N	Duinen van vlieland	2500	0,914	4,3	714	0,67	0,9	G	0,0037	0,07	0,02
A193	Kleine mantelmeeuw	N	Zwanewater en Petten/duinen	110	0,914	0,2	1459	0,67	0,9	G	0,0037	0,15	0,78
A	Ian van Gent	U	Bempton Cliffs	2552	0,919	4,1	424	0,58	0,95	G	0,0037	0,02	0,00
A	Ian van Gent	G	Helgoland	222	0,919	0,4	560	0,58	0,95	G	0,0037	0,03	0,08

Trekvogels: broedvogels in N2000-gebieden, m.b.v. route 2

species	country	# breeding pairs in N2000 NL	# breeding pairs in N2000 UK	# breeding pairs in N2000 TOTAL	annual surv. (green = from BTO website)	1% annual N	bird flux of total crossing in North Sea	fraction migrating E W	N-S length windfarm i.r.t. Dutch shore	correction for location windfarm relative to flight path	bird flux corrected for E W, N S and location	fraction at turbine height	macro-avoidance	duck/gull/weder/passerine	coll. prob. per crossing (ref)	Tromp Binnen V5.0	Tromp Binnen V5.0
											b	h	a_macro		p2		
		Total no. of pairs	Total no. of pairs	Total no. of pairs	Fraction / year	No. of birds	#crossings / year				#crossings / year	-	-		#collisions / crossing	# collisions	% annual N
Noordse stormvogel	U		202679	202679	0,972	113,2	622716	0,05	0,04	1	1773,6	0,33	0,95	G	0,0037	0,09	0,00
Jan van gent	U		186460	186460	0,919	301,3	745840	0,20	0,04	1	8452,1	0,58	0,95	G	0,0037	0,25	0,00
Aalscholver	N	14650		14650	0,00	35,3	30700	0,01	0,04	1	25,3	0,75	0,7	G	0,0009	0,00	0,00
Zwarte zee-eend	B		18	18	0,009	0,0	40	0,00	0,04	1	0,0	0,33	0,9	G	0,0009	0,00	0,00
Bijlstaart	B		4	4	0,009	0,0	16	0,00	0,04	1	0,0	0,33	0,9	G	0,0009	0,00	0,00
Blauwe kiekendief	B	109	245	382	0,004	1,4	14000	0,03	0,04	1	1,6	1,00	0,7	G	0,0037	0,00	0,00
Slobeend	B		75	75	0,72	0,4	300	0,00	0,04	1	0,0	1,00	0,7	G	0,0037	0,00	0,00
Schelvisjager	B		1355	1355	0,88	1,9	5425	0,01	0,04	1,33	9,1	0,33	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Boomvalk plevier	B	334	1174	1508	0,772	6,9	6557	0,02	0,04	1,33	6,4	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Goudplevier	B		5681	5681	0,78	19,7	22732	0,01	0,04	1,33	13,0	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Kievit	B		833	833	0,752	4,1	3332	0,03	0,04	1	4,3	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Kemphaan	B	121	1	121	0,72	0,6	484	0,10	0,04	1,33	2,8	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Regenwulp	U		65	65	0,09	0,1	260	0,01	0,04	1,33	0,1	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Wulp	B		343	343	0,736	2,1	1372	0,02	0,04	1,33	4,3	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Tureluur	B		965	965	0,75	4,0	3860	0,05	0,04	1,33	11,1	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Grauwgansbruter	B		140	140	0,75	0,7	560	0,05	0,04	1,33	1,6	0,38	0,7	W	0,0013	0,00	0,00
Kleine Jager	U		512	512	0,04	1,6	2048	0,30	0,04	1	25,5	0,33	0,9	G	0,0037	0,00	0,00
Grote Jager	U		6145	6145	0,005	13,8	24576	0,30	0,04	1	318,2	0,33	0,9	G	0,0037	0,02	0,00
Kokmeeuw	U		11000	11000	0,74	37,1	44000	0,35	0,04	1	813,1	0,42	0,9	G	0,0037	0,03	0,00
Stormmeeuw	U		18803	18803	0,86	44,9	47550	0,30	0,04	1	547,9	0,58	0,9	G	0,0037	0,05	0,00
Kleine mantelmeeuw	U		24249	24249	0,914	58,9	126992	0,01	0,04	1	59,1	0,67	0,9	G	0,0037	0,01	0,00
Kleine mantelmeeuw	N	33150		33150	0,914	36,8	132489	0,01	0,04	1	57,1	0,67	0,9	G	0,0037	0,01	0,00
Zilvermeeuw	U		10542	10542	0,915	11,7	42168	0,05	0,04	1	93,9	0,67	0,9	G	0,0037	0,01	0,00
Grote mantelmeeuw	U		2746	2746	0,932	3,0	11704	0,02	0,04	1	22,4	0,67	0,9	G	0,0037	0,00	0,00
Drieteenmeeuw	U		236764	236764	0,935	1177,3	1427056	0,10	0,04	1	6133,3	0,29	0,9	G	0,0037	0,02	0,00
Grote stern	B	12200	12273	12273	0,932	88,9	102052	0,70	0,04	1	3111,7	0,67	0,9	G	0,0037	0,31	0,00
Visdief	B	15010	6095	21005	0,05	61,7	67020	0,10	0,04	1	377,8	0,67	0,9	G	0,0037	0,04	0,00
Noordse stern	B	1152	16224	17245	0,05	51,2	70056	0,05	0,04	1	153,1	0,67	0,9	G	0,0037	0,02	0,00
Dwergstern	B	828	1317	2142	0,05	5,5	7360	0,40	0,04	1	127,1	0,67	0,9	G	0,0037	0,01	0,00
Zeekoet	U		832377	832377	0,945	810,0	1332600	0,02	0,04	1	20710,2	0,21	0,95	G	0,0009	0,11	0,00
Alk	U		101514	101514	0,06	122,5	404454	0,05	0,04	1	873,0	0,31	0,95	G	0,0009	0,00	0,00
Veldhoen	B	50	124	174	0,49	1,1	696	0,03	0,04	1	0,9	1,00	0,7	G	0,0037	0,00	0,00
Reiger	U		179	179	0,88	1,8	716	0,15	0,04	1	4,6	0,58	0,7	G	0,0064	0,00	0,00

Trekvogels: broedvogels in N2000-gebieden, m.b.v. route 3

species	country	# breeding pairs in N2000 NL	# breeding pairs in N2000 UK	# breeding pairs in N2000 TOTAL	annual surv. (green = from BTO website)	1% annual M	bird flux of total crossing in North Sea	fraction migrating E-W	N-S length windfarm l.r.t. Dutch shore	correction for location windfarm relative to flight path	bird flux corrected for E-W, N-S and location	fraction at turbine height	macro-avoidance	Tramp-Binnen V5,0	Tramp-Binnen V5,0	Tramp-Binnen V5,0	Tramp-Binnen V5,0	Tramp-Binnen V5,0
											b	h	a_macro	p2	0.35	0.33	0.55	0.39
		Total no. of pairs	Total no. of pairs	Total no. of pairs	Fraction / year	No. of birds	#crossings / year				#crossings / year	-	-		# collisions	% annual M	# collisions	% annual M
Noordse stormvogel	U		203679	203679	0.972	115.2	522738	0.03	0.04	1	1773.0	0.33	0.9	0.121	2.73	0.02	0.53	0.00
Jan van gent	U		186460	186460	0.919	302.1	745840	0.26	0.04	1	6432.1	0.56	0.99	0.110	13.79	0.05	3.16	0.01
Aalscholver	N	14690		14690	0.88	35.3	58760	0.01	0.04	1	23.3	0.73	0.7	0.101	0.07	0.00	0.01	0.00
Zwarte zee-eend	B		10	10	0.839	0.0	40	0.06	0.04	1	0.5	0.31	0.9	0.102	0.00	0.00	0.00	0.00
Brilduiker	B		4	4	0.829	0.0	16	0.06	0.04	1	0.0	0.31	0.9	0.162	0.00	0.00	0.00	0.00
Blauwe kiekendief	B	107	245	352	0.804	1.4	1408	0.02	0.04	1	1.0	1.00	0.7	0.131	0.01	0.01	0.00	0.00
Slechtvalk	B		75	75	0.72	0.4	300	0.06	0.04	1	0.0	1.00	0.7	0.130	0.00	0.00	0.00	0.00
Scholekster	B		1358	1358	0.88	3.3	5432	0.01	0.04	1.33	3.1	0.38	0.7	0.060	0.00	0.00	0.00	0.00
Bontbekplevier	B	214	1174	1388	0.722	6.3	5552	0.02	0.04	1.33	6.1	0.38	0.7	0.054	0.00	0.00	0.00	0.00
Goudplevier	B		5683	5683	0.73	30.7	22732	0.02	0.04	1.33	13.6	0.38	0.7	0.070	0.01	0.00	0.00	0.00
Kievit	B		831	831	0.752	4.1	3324	0.03	0.04	1	4.1	0.38	0.7	0.083	0.01	0.00	0.00	0.00
Kemphaan	B	120	1	121	0.75	0.6	484	0.15	0.04	1.33	2.8	0.38	0.7	0.064	0.00	0.00	0.00	0.00
Regenwulp	U		65	65	0.89	0.1	260	0.01	0.04	1.33	0.1	0.38	0.7	0.077	0.00	0.00	0.00	0.00
Wulp	B		393	393	0.736	2.1	1572	0.03	0.04	1.33	4.7	0.38	0.7	0.105	0.01	0.00	0.00	0.00
Tureluur	B		965	965	0.75	4.8	3860	0.03	0.04	1.33	11.1	0.38	0.7	0.104	0.02	0.00	0.00	0.00
Groenpootruiter	B		140	140	0.75	0.7	560	0.03	0.04	1.33	1.6	0.38	0.7	0.107	0.00	0.00	0.00	0.00
Kleine jager	U		312	312	0.84	1.6	1248	0.35	0.04	1	26.3	0.33	0.9	0.109	0.03	0.02	0.01	0.00
Grote jager	U		6149	6149	0.888	13.0	24596	0.16	0.04	1	218.2	0.33	0.9	0.104	0.34	0.02	0.07	0.00
Kokmeeuw	U		11900	11900	0.76	57.1	47600	0.27	0.04	1	513.1	0.42	0.9	0.093	0.76	0.01	0.15	0.00
Stormmeeuw	U		15082	15082	0.86	44.5	60328	0.26	0.04	1	547.9	0.58	0.9	0.100	1.02	0.02	0.22	0.00
Kleine mantelmeeuw	U		34248	34248	0.914	58.9	136992	0.01	0.04	1	39.1	0.67	0.9	0.104	0.16	0.00	0.03	0.00
Kleine mantelmeeuw	N	33110		33110	0.914	56.9	132440	0.03	0.04	1	57.1	0.67	0.9	0.104	0.15	0.00	0.03	0.00
Zilvermeeuw	U		10542	10542	0.935	13.7	42168	0.02	0.04	1	50.5	0.67	0.9	0.100	0.23	0.00	0.05	0.00
Grote mantelmeeuw	U		2946	2946	0.935	3.8	11784	0.01	0.04	1	28.4	0.67	0.9	0.102	0.07	0.00	0.01	0.00
Drieteenmeeuw	U		356764	356764	0.835	1177.3	1427056	0.16	0.04	1	6153.9	0.58	0.9	0.088	10.31	0.01	2.07	0.00
Grote stern	B	13330	12273	12773	0.832	86.6	102092	0.76	0.04	1	3211.7	0.47	0.9	0.103	9.13	0.02	1.54	0.00
Visdief	B	15010	6893	21903	0.85	65.7	87620	0.15	0.04	1	277.8	0.67	0.9	0.099	0.93	0.01	0.19	0.00
Noordse stern	B	1525	16224	17749	0.86	53.2	70996	0.02	0.04	1	123.1	0.67	0.9	0.100	0.33	0.01	0.06	0.00
Dwergstern	B	325	1317	1642	0.85	5.5	7360	0.40	0.04	1	127.1	0.47	0.9	0.091	0.23	0.03	0.04	0.00
Zeekoet	U		833377	833377	0.949	850.0	3333508	0.38	0.04	1	23748.1	0.31	0.95	0.070	16.03	0.02	1.28	0.00
Alk	U		101114	101114	0.89	222.5	404456	0.05	0.04	1	872.6	0.31	0.95	0.073	0.31	0.00	0.10	0.00
Velduil	B	59	115	174	0.69	1.1	696	0.03	0.04	1	0.9	1.00	0.7	0.128	0.00	0.00	0.00	0.00
Frater	U		179	179	0.83	1.9	716	0.11	0.04	1	4.2	0.58	0.7	0.079	0.01	0.01	0.00	0.00

Trekvogels: niet-broedvogels in N2000-gebieden, m.b.v. route 2

species	country	# non-breeders in N2000 NL	# non-breeders in N2000 UK	# non-breeders in N2000 TOTAL	annual surv. (green = from BTO website)	1% annual M	bird flux of total crossing in North Sea	fraction migrating E-W	N-S length windfarm l.r.t. Dutch shore	correction for location windfarm relative to flight path	bird flux corrected for E-W, N-S and location	fraction at turbine height	macro-avoidance	duck/gull/wader/passerine	coll. prob. per crossing (rel)	Tramp Binnen V5.0	Tramp Binnen V5.0
											b	h	e_macro		p2		
		Total no. of individuals	Total no. of individuals	Total no. of individuals	Fraction / year	No. of birds	#crossings / year				#crossings / year	-	-		#collisions / crossing	# collisions	% annual M
Aalscholver	N	23330		23330	0.88	28.0	47700	0.01	0.04	1	20.4	0.73	0.7	D	0.0009	0.02	0.00
Kleine zwaan	B	4176	9344	13520	0.822	24.1	27040	0.50	0.04	1.33	775.4	0.71	0.9	D	0.0009	0.02	0.00
Rotgans	B	34990	129987	164977	0.9	165.0	329954	0.45	0.04	1	6402.4	0.71	0.9	D	0.0009	0.16	0.00
Pijlstaart	B	10550	24543	35223	0.9	35.2	70446	0.30	0.04	1	1310.0	0.33	0.9	D	0.0009	0.03	0.00
Zwarte zee-eend	B	61930	24000	85603	0.839	137.8	171206	0.10	0.04	1	730.2	0.33	0.9	D	0.0009	0.01	0.00
Brilduiker	B	3130	16555	19621	0.829	33.6	39250	0.05	0.04	1	64.6	0.33	0.9	D	0.0009	0.00	0.00
Nonnetje	N	860		860	0.89	0.9	1720	0.10	0.04	1	7.4	0.33	0.9	D	0.0009	0.00	0.00
Middelste zaagbek	B	2890	2256	5146	0.89	5.7	10292	0.00	0.04	1	35.5	0.33	0.9	D	0.0009	0.00	0.00
Grote zaagbek	B	1580	70	1650	0.69	1.1	3316	0.05	0.04	1	7.1	0.33	0.9	D	0.0009	0.00	0.00
Blauwe kiekendief	B		252	252	0.804	0.5	504	0.01	0.04	1	0.7	1.00	0.7	D	0.0037	0.00	0.00
Slechtvalk	B	81		81	0.72	0.2	162	0.01	0.04	1	0.1	1.00	0.7	D	0.0037	0.00	0.00
Kraanvogel	N	150		150	0.55	0.1	300	0.01	0.04	1	0.1	1.00	0.9	D	0.0009	0.00	0.00
Scholekster	B	198360	206120	404980	0.88	486.5	809972	0.01	0.04	1.33	464.5	0.33	0.7	W	0.0013	0.02	0.00
Bontbekplevier	B	3730	13759	17489	0.722	19.4	34978	0.20	0.04	1.33	401.7	0.33	0.7	W	0.0013	0.02	0.00
Goudplevier	B	39130	66970	106100	0.73	286.5	212200	0.25	0.04	1.33	3042.4	0.33	0.7	W	0.0013	0.15	0.00
Zilverplevier	B	33170	66103	99273	0.73	268.0	198546	0.50	0.04	1.33	5653.1	0.33	0.7	W	0.0013	0.33	0.00
Kievit	B	38090	122579	160669	0.752	398.5	321338	0.60	0.04	1	11004.4	0.33	0.7	W	0.0013	0.65	0.00
Kanoet (Groenland)	B	54860	466952	521812	0.84	834.9	1043624	0.90	0.04	1.33	53866.2	0.33	0.7	W	0.0013	3.14	0.00
Drieteenstrandloper	B	7330	13330	20720	0.82	33.2	41440	0.10	0.04	1	336.1	0.33	0.7	W	0.0013	0.02	0.00
Krombekstrandloper	N	2000		2000	0.741	5.2	4000	0.01	0.04	1.33	2.1	0.33	0.7	W	0.0013	0.00	0.00
Bonte strandloper	B	251070	493682	744752	0.741	1926.9	1489504	0.35	0.04	1.33	35628.1	0.33	0.7	W	0.0013	1.49	0.00
Kemphaan	B	31310	561	31871	0.75	79.7	63742	0.10	0.04	1.33	182.4	0.33	0.7	W	0.0013	0.02	0.00
IJslandse grutto	U		16167	16167	0.9	16.1	32334	0.10	0.04	1	139.4	0.33	0.7	W	0.0013	0.01	0.00
Rosse grutto	B	61940	63254	125194	0.84	200.3	250388	0.60	0.04	1.33	8615.8	0.33	0.7	W	0.0013	0.50	0.00
Regenwulp	U		810	810	0.89	0.9	1620	0.20	0.04	1.33	10.5	0.33	0.7	W	0.0013	0.00	0.00
Wulp	B	113400	41865	155265	0.736	409.9	310530	0.10	0.04	1.33	1700.9	0.33	0.7	W	0.0013	0.10	0.00
Tureluur	B	22410	93212	115622	0.75	289.1	231244	0.10	0.04	1.33	1326.2	0.33	0.7	W	0.0013	0.08	0.00
Groenpootruiter	B	2140	87	2227	0.75	5.6	4454	0.10	0.04	1.33	25.5	0.33	0.7	W	0.0013	0.00	0.00
Steenloper	B	4370	12902	17272	0.86	24.2	34544	0.70	0.04	1.33	198.2	0.33	0.7	W	0.0013	0.02	0.00
Dwergmeeuw	N	50		50	0.76	0.1	100	0.15	0.04	1	0.5	0.23	0.9	G	0.0037	0.00	0.00
Grote stern	B		3517	3517	0.832	5.9	7034	0.70	0.04	1	212.3	0.67	0.9	G	0.0037	0.02	0.00

Trekvogels: niet-broedvogels in N2000-gebieden, m.b.v. route 3

species	country	# non-breeders in N2000 NL	# non-breeders in N2000 UK	# non-breeders in N2000 TOTAL	annual surv. (green = from BTO website)	1% annual N	bird flux of total crossing in North Sea	fraction migrating E-W	N-S length windfarm i.r.t. Dutch shore	correction for location windfarm relative to flight path	bird flux corrected for E-W, N-S and location	fraction at turbine height	macro-avoidance	Tromp-Binnen V5.0	Tromp-Binnen V5.0	Tromp-Binnen V5.0	Tromp-Binnen V5.0	Tromp-Binnen V5.0
											b	fl	a_macro	pR	3.95	8.95	8.95	3.95
		Total no. of individuals	Total no. of individuals	Total no. of individuals	Fraction / year	No. of birds	Passage / year				Passages / year	-	-		# collisions	% annual N	# collisions	% annual N
Aalscholver	N	28800		28800	0.88	28.8	37780	0.01	0.04	1	20.6	0.73	0.9	0.101	0.04	0.00	0.01	0.00
Kleine zwaan	B	4170	5164	9334	0.822	93.3	27010	0.56	0.04	1.33	775.3	0.71	0.9	0.098	2.05	0.02	0.41	0.02
Ganzen	B	34500	129967	164467	0.9	165.0	329934	0.63	0.04	1	8402.4	0.71	0.9	0.077	13.25	0.08	2.66	0.02
Pijlstaart	B	10540	24947	35227	0.9	35.2	70444	0.56	0.04	1	1318.9	0.58	0.9	0.067	2.28	0.06	0.46	0.01
Zwarte zee-eend	B	61000	24000	85000	0.819	137.8	171208	0.10	0.04	1	238.7	0.33	0.9	0.063	0.38	0.00	0.13	0.00
Brilduiker	B	5530	16095	21625	0.829	21.6	39250	0.05	0.04	1	44.8	0.33	0.9	0.063	0.07	0.00	0.01	0.00
Toppereend	N	860		860	0.89	0.9	1720	0.10	0.04	1	7.4	0.33	0.9	0.060	0.01	0.01	0.00	0.00
Middelste zaagbek	B	2890	2256	5146	0.89	5.1	10292	0.08	0.04	1	35.5	0.33	0.9	0.067	0.02	0.01	0.04	0.00
Grote zaagbek	B	1580	78	1658	0.89	1.6	3316	0.03	0.04	1	7.1	0.33	0.9	0.077	0.01	0.00	0.00	0.00
Bruine Kuifeend	B		252	252	0.804	0.3	504	0.04	0.04	1	0.2	1.00	0.9	0.131	0.00	0.00	0.00	0.00
Slechtvalk	B	81		81	0.72	0.1	162	0.01	0.04	1	0.1	1.00	0.9	0.098	0.00	0.00	0.00	0.00
Waterral	N	160		160	0.85	0.1	320	0.01	0.04	1	0.1	1.00	0.9	0.131	0.00	0.01	0.00	0.00
Scholekster	B	168360	208120	304480	0.88	465.0	609978	0.01	0.04	1.33	164.5	0.38	0.9	0.100	0.05	0.02	0.11	0.00
Bontbekplevier	B	3120	13750	17470	0.77	26.5	35078	0.01	0.04	1.33	10.1	0.38	0.9	0.038	0.31	0.01	0.06	0.00
Goudplevier	B	321300	669700	1061000	0.73	265.3	2122000	0.23	0.04	1.33	2042.4	0.38	0.9	0.075	3.37	0.01	0.68	0.00
Zilverplevier	B	221700	181000	99273	0.73	268.4	1985468	0.56	0.04	1.33	5697.3	0.38	0.9	0.067	5.08	0.02	1.02	0.00
Kievit	B	380000	1221700	1600000	0.752	798.3	3213338	0.85	0.04	1	11284.3	0.38	0.9	0.083	12.15	0.02	2.43	0.01
Kanoet (Grondeland)	B	548000	466952	521817	0.84	834.9	1043634	0.90	0.04	1.33	53866.3	0.38	0.9	0.056	43.15	0.02	8.63	0.01
Drieteenstrandlopper	B	7300	13320	20720	0.81	35.1	41440	0.30	0.04	1	530.1	0.38	0.9	0.060	0.51	0.01	0.10	0.00
Kromsnavelstrandlopper	N	2000		2000	0.741	3.2	4000	0.01	0.04	1.33	3.3	0.38	0.9	0.064	0.00	0.00	0.00	0.00
Bonte strandlopper	B	233070	493687	749757	0.741	1198.9	1499514	0.30	0.04	1.33	25628.7	0.38	0.9	0.064	24.11	0.01	4.82	0.00
Kemphaan	B	31310	561	31871	0.75	72.7	63742	0.10	0.04	1.33	368.6	0.38	0.9	0.064	0.34	0.00	0.07	0.00
Hulsmansnip grutto	N		16197	16197	0.9	19.1	32334	0.10	0.04	1	139.4	0.38	0.9	0.079	0.14	0.01	0.03	0.00
Grote grutto	B	61940	93254	155194	0.84	209.3	250388	0.60	0.04	1.33	8615.8	0.38	0.9	0.069	8.37	0.04	1.71	0.01
Regenwulp	D		810	810	0.89	0.9	1620	0.20	0.04	1.33	18.6	0.38	0.9	0.077	0.02	0.02	0.06	0.00
Wulp	B	812400	81651	1529051	0.7281	458.9	3058102	0.10	0.04	1.33	1280.9	0.38	0.9	0.085	2.18	0.01	0.44	0.00
Tureluur	B	394300	97137	1158937	0.75	289.7	2317874	0.10	0.04	1.33	1326.0	0.38	0.9	0.084	1.97	0.01	0.39	0.00
Groenpootruiter	B	21800	77	22177	0.73	5.4	44354	0.10	0.04	1.33	15.9	0.38	0.9	0.084	0.01	0.01	0.01	0.00
Steenloper	B	41700	12000	53727	0.86	26.9	107454	0.20	0.04	1.33	306.5	0.38	0.9	0.069	0.30	0.02	0.06	0.00
Dwergstrandloper	N	50		50	0.70	0.1	100	0.13	0.04	1	0.0	0.23	0.9	0.085	0.00	0.00	0.00	0.00
Grote stern	B		3517	3517	0.632	5.6	7034	0.20	0.04	1	212.4	0.67	0.9	0.101	0.56	0.09	0.11	0.02

14.8 Invloed van scheepsgeluid op bruinvis en zeehond[4]

Inleiding

Afgestraald-geluidniveaus van schepen kunnen sterk variëren en zijn o.a. afhankelijk van het toerental van de voortstuwingsmotor, van de akoestische kwaliteit van de mechanische werktuigen aan boord en van de geluidreducerende maatregelen die eventueel aan boord van het schip zijn getroffen. Zeer belangrijk is of de schroef al of niet *caviteert* (imploderende bellen produceert). Het is beslist niet zo dat grote schepen altijd veel meer geluid maken dan kleine schepen. Om een voorbeeld te noemen: elk klein garnalenkottertje dat over de Waddenzee sukkelt maakt evenveel geluid als zo'n 10 marinefregatten tezamen die met hoge snelheid over zee racen. Scheepsgeluid is, bij schepen zonder geluidreducerende maatregelen, vooral afhankelijk van de vaarsnelheid. Snel varende schepen (catamarans en Surface-Effect-Schepen - SES) kunnen 10 tot 100x zo veel geluid maken als langzaam varende conventionele schepen. Met nadruk wordt er op gewezen dat, in tegenstelling tot wat er doorgaans in de bio-akoestiek wordt beweerd – scheepsgeluid het frequentiegebied van 0 – 100 kHz bestrijkt en dat de bovengrens slechts wordt bepaald door de frequentie waarbij het scheepsgeluid in het achtergrondgeluid van de zee "verdrinkt".

Zie voor een toelichting op het meten van scheepsgeluid Verboom (1992).

Verstoring van zeezoogdieren door schepen

Schepen zullen in een bepaalde mate verstorend werken voor zee(zoog)dieren. De mate van verstoring hangt af van hun gehoor- en verstoringsgevoeligheid en varieert sterk per diersoort. Scheepvaartgeluid zal, omdat het breedbandig is en gezien de in de praktijk voorkomende niveaus, nooit gehoorschade bij zeezoogdieren en vissen kunnen veroorzaken. Wel kan hun gedrag worden beïnvloed, afhankelijk van het geluidniveau en de geluidgevoeligheid van de diersoort. Ook kunnen de mogelijkheden tot het zoeken van voedsel worden beperkt.

Verstoring is dus o.a. afhankelijk van het bronniveau van het schip en van het natuurlijke geluid in zee. E.e.a. betekent dat ook de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbineparken een zekere verstoring voor zee(zoog)dieren tot gevolg heeft.

Er zijn geen uitgebreide databanken met scheepsgeluiden gerelateerd aan windturbineparken beschikbaar. Daarom volgen hierna enkele algemene voorbeelden.

---

[4] Auteur: W. Verboom

Grenswaarden

In de navolgende beschouwing over grenswaarden voor scheepsgeluid beperken we ons tot bruinvissen en zeehonden, waarbij de grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) qua gehooreigenschappen gelijk wordt gesteld aan de gewone zeehond (*Phoca vitulina*). Dit vanwege het ontbreken van de benodigde gegevens van de grijze zeehond. Er zijn geen uitgebreide dosis/effect-relaties voor bruinvissen en zeehonden gepubliceerd. Wel zijn er fragmentarische gegevens op dit gebied bekend, vooral uit studies van Kastelein *et al.*. (2005, 2006), waarvan de resultaten over het vermijdingsgedrag ("avoidance") hier gehanteerd zullen worden bij de keuze van de grenswaarden (tabel 14.33).

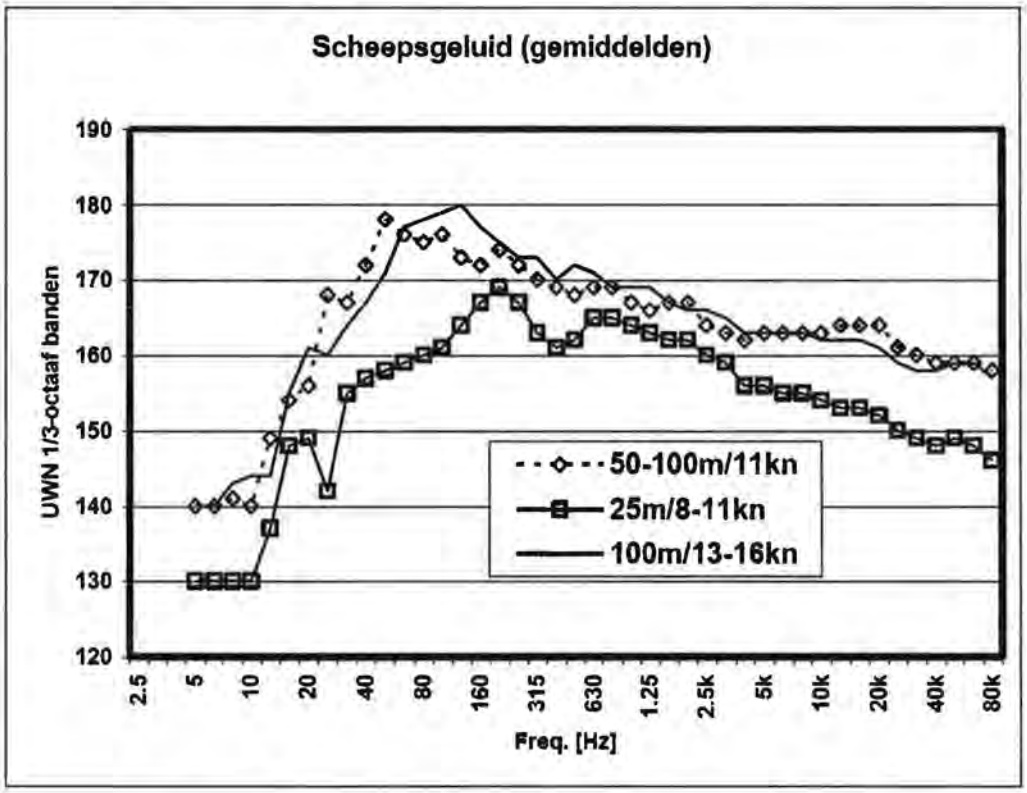
Tabel 14.33 Voorgestelde grenswaarden voor het L_{eq} van continu geluid – waaronder scheepsgeluid – in relatie tot "avoidance" (gewogen niveaus)

	grenswaarde voor "avoidance"	eenheid (gewogen)
Bruinvissen	102	dBw re 1 μPa^2
Zeehonden	105	dBw re 1 μPa^2

Scheepsgeluid

De spreiding in de niveaus van afgestraald scheepsgeluid is groot. Figuur 14.23 geeft een willekeurig voorbeeld. De spectra (Verboom, ongepubliceerde data) zijn gemeten volgens militaire normen (STANAG 1136). Het betreft hier lineair gemiddelde bronniveaus van willekeurige, kleine koopvaardijschepen, n.l.:

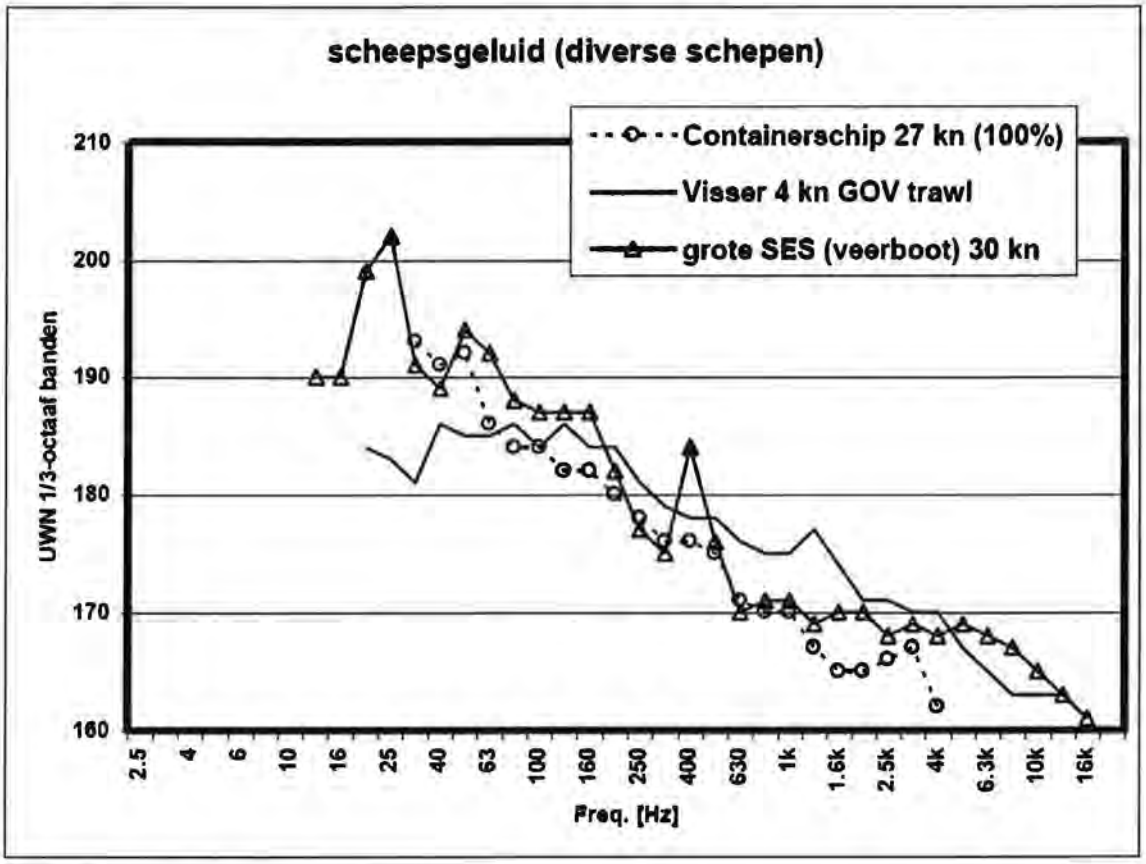
- schepen met een lengte tussen 50 – 100 m, snelheid van 11 knoop (n = 6)
- schepen met een lengte van 25 m, snelheid 8 – 11 knoop (n = 5)
- schepen met een lengte van 100 m, snelheid 13 – 16 knoop (n=6).



Figuur 14.23 De gemiddelde bronniveaus (L_{eq}) van diverse schepen, gemeten volgens militaire standaards, in 1/3-octaaf bandbreedte en in dB re 1 $\mu Pa^2\ m^2$

Een ander voorbeeld wordt gegeven in figuur 14.24 waarin het bronniveau van de volgende schepen wordt getoond:

- containerschip, varend op max. snelheid (27 knoop)
- visserijschip met uitgevoerde GOV trawl (4 knoop)
- grote SES-veerboot voor 750 pass. en 250 auto's (30 knoop).

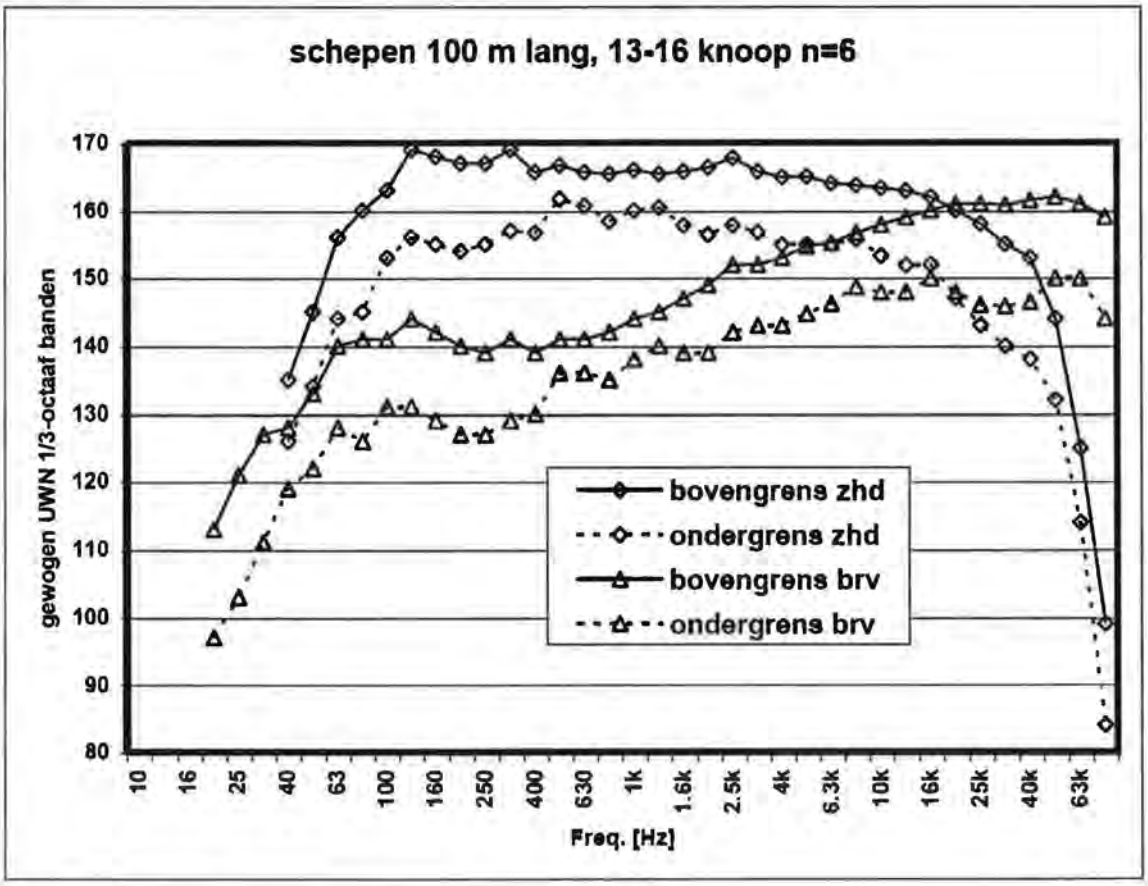


Figuur 14.24 De gemiddelde bronniveaus (L_{eq}) van diverse schepen, gemeten in 1/3-octaaf bandbreedte en in dB re 1 $\mu Pa^2\ m^2$

Geconcludeerd kan worden dat het maximum van scheepsgeluid (gemeten in tertsbanden) rond 190 dB, bij een frequentie rond 80 Hz, ligt. Aangezien er geen geluidgegevens bekend zijn van de diverse typen schepen die betrokken zijn bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbineparken, worden hierna schepen van *100 m lengte, varend met 13 – 16 knoop* als uitgangspunt voor de berekening van de verstoring van bruinvissen en zeehonden gehanteerd.

Verstoring van bruinvissen en zeehonden door scheepsgeluid

In figuur 14.25 wordt het spreidingsgebied getoond van 6 koopvaardijschepen met een lengte van ca. 100 m, varend tussen 13 en 16 knoop. De spectra zijn gemeten volgens militaire normen (STANAG 1136) en daarna gewogen voor het gehoorfilter van de zeehond en de bruinvis. Corresponderende bronniveaus worden gegeven in tabel 14.34. Duidelijk is te zien dat voor de zeehond het gebied tussen 100 Hz en 10 kHz bepalend is voor het door het dier, ontvangen niveau. Voor de bruinvis is dit echter het gebied rond 50 kHz.



Figuur 14.25 Spreidingsgebied van het uitgestraald geluid van 6 koopvaardijschepen met een lengte van circa 100 m en een vaarsnelheid tussen 13 – 16 knoop. Voor zeehond en bruinvis gewogen bronniveau in 1/3-octaaf banden en in dBw re 1 $\mu Pa^2\ m^2$

Tabel 14.34 Spreidingsgebied van scheepsgeluid (schepen ca. 100 m lang, 13-16 knoop, n=6). Bronniveau in dB re 1 μPa^2 m^2, breedband en gewogen voor zeehond en bruinvis

	Breedband	Zeehond gewogen	bruinvis gewogen	Avoidance radius Zeehond	Avoidance radius bruinvis
Bovengrens	195	180	171	4800 m[1]	2800 m[1]
Ondergrens	182	171	159	1700 m[1]	800 m

1) omdat het gebruikte propagatiemodel bij afstanden groter dan 1 km minder nauwkeurig is, zijn de afstanden richtwaarden

Bij de berekening werd uitgegaan van redelijk hoge scheepsgeluidsniveaus (overigens niet van de hoogst mogelijke waarden!). In dat licht bezien lijken de resultaten niet onrealistisch. Bekend is dat bruinvissen luidruchtige schepen niet op korte afstand naderen; voor zeehonden zijn geen gegevens in de literatuur bekend om deze resultaten te kunnen controleren.

14.9 Berekening cumulatie Tromp Binnen met overige windparken

Tabel 14.33 Eigenschappen cumulatief te behandelen windturbineparken (Arends et al; 2008 en 2008a)

Eigenschap windturbinepark	Tromp Binnen	West Rijn
Aantal turbines	59	79
Totaal vermogen (MW)	295	284
Oppervlakte (km^2)	33	47
Minimale afstand tot kust (km)	65	37

In bovenstaande tabel zijn de eigenschappen van de windturbineparken die in de cumulatie worden meegenomen weergegeven. Het totale vermogen van deze parken bedraagt 579 MW.

Tabel 14.34 Berekening cumulatieve aanvaringsslachtoffers van de relevante kolonies van de kleine mantelmeeuw (Arends et al; 2008)

Windturbinepark	Zwanenwater en Pettemerduinen	
	Aantal slachtoffers	% van jaarlijkse sterfte
Tromp Binnen	0,15	0,78
West Rijn	0,06	0,30
Totaal	**0,21**	**1,08**

BIJLAGE 15 VERGELIJKING ALTERNATIEVEN

INHOUD

15.1 Overzichtstabel gebiedsbescherming (natuurtoetstabel) 1.1

15.2 Samenvattende MER-tabel voor vergelijking van alternatieven 2.1

BIJLAGE 15.1 OVERZICHTSTABEL GEBIEDSBESCHERMING (NATUURTOETSTABEL)

Op grond van de effectenstudie in dit MER wordt geconcludeerd dat significante effecten op populatieniveau op vogels en onderwaterleven in gebieden met bijzondere ecologische waarden (GBEW), zoals De kustzee, Friese Front, Klaverbank en Doggersbank, door de realisatie, het gebruik en de verwijdering van Tromp Binnen, niet worden verwacht. Dit geldt eveneens voor effecten op vogels en onderwaterleven in gebieden die mogelijk in de toekomst als speciaal beschermde zone (SBZ) kunnen worden aangewezen, zoals de Bruine Bank en de Borkumse Stenen.

Uitgaande van de Passende Beoordeling in dit MER, wordt ook geconcludeerd dat er door realisatie, het gebruik en de verwijdering van Tromp Binnen geen (significante) effecten worden verwacht op bepaalde soorten vogels en onderwaterleven, waarvoor instandhoudingsdoelstellingen gelden in de vogel- en habitatrichtlijn-gebieden (VHR-gebieden).

Omdat op grond van dit MER voor vogels geen directe of indirecte, danwel significante effecten op vogels in VHR-gebieden worden verwacht, is in dit MER voor vogels geen overzichtstabel gebiedsbescherming (natuurtoetstabel) opgenomen.

Ten aanzien van onderwaterleven kan het volgende worden geconcludeerd. Er wordt als gevolg van de realisatie van Tromp Binnen, alleen bij alternatieven waarbij wordt geheid (en dus niet bij de voorgenomen activiteit), een tijdelijk effect verwacht op de gewone en grijze zeehonden die aanwezig zijn in de Noordzeekustzone en de Waddenzee. Het betreft de tijdelijk verstoring van een aanzienlijk deel van hun habitat. Vanwege dit effect is voor de gewone en de grijze zeehond wel in dit MER een natuurtoetstabel opgenomen.

OVERZICHTSTABEL GEBIEDSBESCHERMING (NATUURTOETSTABEL) ONDERWATERLEVEN

		Voorgenomen activiteit				Alternatief 1: 3,6 HD				Alternatief 2: 5,0 LD				Alternatief 3: 3,6 LD			
Noordzeekustzone en Waddenzee	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect tijdelijk	Effect langetermijn/permanent	Mogelijk significant?	Effect na mitigatie/compensatie	Effect tijdelijk	Effect langetermijn/permanent	Mogelijk significant?	Effect na mitigatie/compensatie	Effect tijdelijk	Effect langetermijn/permanent	Mogelijk significant?	Effect na mitigatie/compensatie	Effect tijdelijk	Effect langetermijn/permanent	Mogelijk significant?	Effect na mitigatie/compensatie
Soorten																	
Gewone Zeehond	22.700 dieren in gehele Waddenzee (+ Noordzeekustzone)					tijdelijke verstoring max. 1170 zeehonden	geen	beperking geluidsemissie van heien	effect neutraal					tijdelijke verstoring max.1170 zeehonden	geen	beperking geluidsemissie van heien	effect neutraal
Grijze Zeehond	recent gevestigde soort met groeiend aantal, geen betrouwbare schatting totaaalomvang populatie					tijdelijke verstoring zeehonden	geen	beperking geluidsemissie van heien	effect neutraal					tijdelijke verstoring zeehonden	geen	beperking geluidsemissie van heien	effect neutraal

BIJLAGE 15.2 SAMENVATTENDE MER-TABEL VOOR VERGELIJKING VAN ALTERNATIEVEN

Vogels

			Voorgenomen activiteit: 5,0 HD								Alternatief 1: 3,6 HD								Alternatief 2: 5,0 LD								Alternatief 3: 3,6 LD							
			Effect VA		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd	
Effecten (A)	Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Trekvogels	Aanleg	1,5 - 3 miljoen over Tromp Binnen (2,3 -4,7 % van totaal Nzee)	0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0				
	Gebruik:verstoring		nvt	nvt	nvt	nvt					nvt	nvt	nvt	nvt					nvt	nvt	nvt	nvt					nvt	nvt	nvt	nvt				nvt
	Gebruik:slachtoffers /jaar 1)		nvt	300	nvt	300					nvt	400	nvt	400					nvt	250	nvt	250					nvt	250	nvt	250				
	afbraak		0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0				
Broedvogels	Aanleg	Kleine Mantelmeeuw: Tromp Binnen vrijwel niet binnen bereik Overige soorten: n.v.t.	0	0	0	0					0	0	0	0				0	0	0	0	0					0	0	0	0				
	Gebruik		0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0				
	Afbraak		0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0					0	0	0	0				
Niet-broedende vogels	Aanleg		0/-	0/-	0/-	0/-					0/-	0/-	0/-	0/-					0/-	0/-	0/-	0/-					0/-	0/-	0/-	0/-				
	Gebruik:verstoring 2)		-	1650	-	1650					-	1650	-	1650					-	1650	-	1650					-	1650	-	1650				
	Gebruik:slachtoffers /jaar 1)		nvt	1800	nvt	1800					nvt	2250	nvt	2250					nvt	1450	nvt	1450					nvt	1400	nvt	1400				
	Gebruik:slachtoffers (MW/J 3)		nvt	6,10	nvt	6,1					nvt	7,0	nvt	7,0					nvt	6,0	nvt	6,0					nvt	7,0	nvt	7,0				
	Gebruik: eindbeoord.3)		nvt	-	nvt	-					nvt	- -	nvt	- -					nvt	-	nvt	-					nvt	-	nvt	-				
	Afbraak		0/-	0/-	0/-	0/-					0/-	0/-	0/-	0/-					0/-	0/-	0/-	0/-					0/-	0/-	0/-	0/-				

1): schatting afgerond op 50-tallen
2): voor alle alternatieven, maximale aantallen afgerond op 50-tallen: park 250; park + zone 2 km 950; park + zone 4 km 1650
3): totaal voor alle vogelgroepen, dus incl. trekvogels

Toelichting:
Bij aanleg is uitgegaan van gravity-based fundering, anders door heien wel enig tijdelijk effect (score 0/-), geldt voor alle alternatieven
Aanleg en afbraak geschieden grotendeels buiten trekseizoen,(vrijwel) geen effect op trekvogels
Wel enig effect van verstoring op pleisterende vogels.
Broedvogels bereiken Tromp Binnen tijdens het broedseizoen niet of vrijwel (Kleine Mantemeeuw) niet.
Geschatte aantallen aanvaringsslachtoffers en verstoorde vogels (alleen pleisterende vogels, verder n.v.t.) zijn per groep uitgedrukt, voor aantallen aanvaringsslachtoffers per soort zie tabel 7.8. In percentages van de Noordzee populatie zijn de aantallen zeer gering en vrijwel verwaarloosbaar.

Onderwaterleven

			Voorgenomen activiteit: 5,0 HD								Alternatief 1: 3,6 HD								Alternatief 2: 5,0 LD								Alternatief 3: 3,6 LD							
			Effect VA		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipperd	
Effecten (A)	Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Zeezoogdieren	Aanleg	Duizenden tot honderd-duizenden	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	Gebruik		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Afbraak		0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	-	0
Vissen	Aanleg	Miljarden	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	-	0
	Gebruik		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Afbraak		0	0	0	0	0	0	0	0	0/-	0	0	0	0/-	0	0/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/-	0	0	0	0/-	0	0/-	0
Bodemdieren	Aanleg	Onbekend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gebruik		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Afbraak		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Geomorfologie

			Voorgenomen activiteit: 5,0 HD								Alternatief 1: 3,6 HD								Alternatief 2: 5,0 LD								Alternatief 3: 3,6 LD							
			Effect VA		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-verstrooiend		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-verstrooiend		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-verstrooiend		Effect		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-geclusterd		Cumulatieve effecten van 1.000 MW aan parken-verstrooiend	
Effecten (A)	Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Geomorfologie	Aanleg	NCP 57.000 km²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gebruik		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Afbraak		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0