Bijlage 3

Effecten van aanleg op zeezoogdieren

Offshore windenergiegebied Borssele

Effecten van aanleg van kavel III en IV op zeezoogdieren

Dr. F. Heinis

Eindrapport d.d. 2 september 2015

HWE *onderzoek en advies in waterbeheer en ecologie*

Inhoud

1 Inleiding 6

1.1 Achtergrond en kader 6

1.2 Offshore windpark Borssele 7

2 Uitgangspunten bepaling effecten van heien van turbinefunderingen 8

2.1 Bepaling van het brongeluid en de verspreiding ervan 8

2.2 Berekening van effecten door heien op bruinvissen en zeehonden 10

2.2.1 Relevante effectparameters 10

2.2.2 Drempelwaarden 12

2.2.3 Toepassen drempelwaarden bij bepalen van oppervlakten beïnvloed gebied 12

2.2.4 Berekenen van het aantal verstoorde dieren 15

2.2.5 Bepalen van populatie-effecten 18

2.3 Beoordeling van effecten 20

3 Effecten van aanleg van kavel III van windenergiegebied Borssele 22

3.1 Inleiding 22

3.2 Effecten op populaties van zeezoogdieren 22

3.2.1 Bruinvis 22

3.2.2 Zeehonden 25

3.3 Effecten op Natura 2000-gebieden 29

3.3.1 Waddenzee 29

3.3.2 Noordzeekustzone 30

3.3.3 Voordelta 31

3.3.4 Oosterschelde 32

3.3.5 Vlakte van de Raan 33

3.3.6 Westerschelde & Saeftinghe 34

3.4 Toetsing Flora- en faunawet 35

3.5 Mitigerende maatregelen 36

3.5.1 Overzicht mogelijkheden 36

3.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering 37

4 Effecten van aanleg kavel IV van windenergiegebied Borssele 41

4.1 Inleiding 41

4.2 Effecten op populaties van zeezoogdieren 41
4.2.1 Bruinvis 41
4.2.2 Zeehonden 44
4.3 Effecten op Natura 2000-gebieden 48
4.3.1 Waddenzee 48
4.3.2 Noordzeekustzone 49
4.3.3 Voordelta 50
4.3.4 Oosterschelde 51
4.3.5 Vlakte van de Raan 52
4.3.6 Westerschelde & Saeftinghe 53
4.4 Toetsing Flora- en faunawet 54
4.5 Mitigerende maatregelen 55
4.5.1 Overzicht mogelijkheden 55
4.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering 56
5 Cumulatieve effecten 60
5.1 Afbakening 60
5.2 Cumulatieve effecten in één jaar (kavel III en IV, Mermaid) 60
5.2.1 Scenario's 60
5.2.2 Effecten op bruinvis 61
5.2.3 Effecten op zeehonden 61
5.3 Cumulatieve effecten in één jaar op Natura 2000-gebieden 62
5.3.1 Bruinvis 62
5.3.2 Zeehonden 63
5.4 Toetsing cumulatieve effecten in één jaar aan Flora- en faunawet 64
5.4.1 Bruinvis 64
5.4.2 Zeehonden 64
5.5 Cumulatieve Effecten na constructie van windparken op het NCP vlgs. het SER-akkoord . 65
5.6 Cumulatieve effecten na 6 jaar op de totale Noordzee (internationaal scenario) 66
5.7 Cumulatieve effecten na mitigatie (VKA) 66
5.7.1 Scenario's 66
5.7.2 Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren 67
5.7.3 Cumulatieve effecten op Natura 2000-gebieden 68

5.7.4 Toetsing Flora- en faunawet 69
5.7.5 Cumulatieve effecten na constructie van windparken op het NCP vlgs. het SER-akkoord 69
5.7.6 Cumulatieve effecten op de totale Noordzee 69
6 Leemten in kennis 70
7 Referenties 72

BIJLAGEN

Bijlage 1 TNO notitie

1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND EN KADER

Bij het heien van funderingen voor windturbines wordt veel geluid geproduceerd, waardoor zeer hoge geluidsniveaus in de omgeving van de heilocatie kunnen ontstaan. Afhankelijk van de afstand waarop dieren zich van de bron bevinden, kan dit bij zeezoogdieren tot effecten op het gedrag leiden of tot fysiologische effecten, zoals een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel (TTS = *temporary threshold shift* en PTS = *permanent threshold shift*).

In de afgelopen jaren is de kennis over en het inzicht in de mogelijke effecten van heigeluid op de dominant in de Noordzee voorkomende zeezoogdieren (bruinvis, zeehonden) sterk toegenomen. Veel van deze kennis is verwerkt in een, onder regie van de Werkgroep Onderwatergeluid[1] opgestelde redeneerlijn die is toegepast bij de effectbepaling en -beoordeling van een aantal 'Ronde 2' offshore windparken. Bij de voor deze windparken toegepaste benadering zijn (mogelijke) populatie-effecten van de hiervoor genoemde sub-letale fysiologische en gedragseffecten niet gekwantificeerd. Onder de destijds geldende voorwaarden voor vergunningverlening kon namelijk – zonder rekenen – worden beredeneerd dat significante effecten op de populatie uit te sluiten waren (bouw van 1 windpark per jaar, seizoensrestrictie voor heiperiode).

Voor de 'Ronde 3' windparken, waaronder windpark Borssele, voldoet deze aanpak niet meer, omdat in Nederland de ambitie bestaat om voor het bereiken van duurzame energiedoelen vooral in te zetten op het bouwen van offshore windparken. In het SER-akkoord (september 2013)[2] is voor offshore wind het doel vastgelegd om in 2023 in totaal 4.450 MW operationeel te hebben. Dit doel is niet tijdig haalbaar onder de in 'Ronde 2' geformuleerde voorwaarden. Dit betekent dat moet worden onderzocht wat de effecten op populaties van zeezoogdieren zijn als meer windparken per jaar worden gebouwd en of extra voorwaarden voor de constructiefase geformuleerd moeten worden. Vanwege de verwachte ontwikkelingen in Nederland en daarbuiten is de cumulatie van effecten van impulsief geluid door meerdere initiatieven op hele populaties niet bij voorbaat uit te sluiten.

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken heeft Rijkswaterstaat het op zich genomen voor Ronde 3 offshore wind een 'Assessement framework ecology and accumulation of effects' te ontwikkelen. Het is een uit meerdere onderdelen bestaand project. Het formuleren van een breed gedragen aanpak voor het bepalen van de cumulatieve effecten van impulsief

[1] De Werkgroep Onderwatergeluid is begin 2013 op initiatief van Rijkswaterstaat Zee en Delta opgericht. Deelnemers zijn afkomstig van Rijkswaterstaat, Directoraat-generaal Ruimte en Water, TNO, HWE, SEAMARCO, IMARES, Arcadis, Royal Haskonig DHV (vanaf 2014) en Deltares (vanaf 2014).

[2] https:// http://www.ser.nl/nl/publicaties/overige/2010-2019/2013/energieakkoord-duurzame-groei.aspx

onderwatergeluid op relevante populaties van zeezoogdieren in de Noordzee is er een van. De eerder genoemde Werkgroep Onderwatergeluid is in de tweede helft van 2014 gewerkt aan het ontwikkelen van een dergelijke aanpak. De ontwikkelde benadering is beschreven in Heinis & de Jong (2015) en vormt het primaire uitgangspunt voor de voorliggende effectbeschrijving. Op hoofdlijnen bestaat deze uit de volgende onderdelen:

- Een beschrijving van de procedure ('redeneerlijn') voor het kwantificeren van de mogelijke (cumulatieve) effecten van 'impulsief' onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op de Noordzee op de relevante populaties van zeezoogdieren (met nadruk op de bruinvis);
- Een toepassing van de redeneerlijn op de bruinvispopulatie door voor geselecteerde scenario's voor aanleg van windparken op het NCP en in de rest van de Noordzee én seismische exploratie de omvang van cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid te schatten in de periode 2016-2022. Mitigerende maatregelen maken onderdeel uit van de scenario's;
- Een mogelijke toepassing van de redeneerlijn voor de zeehondpopulaties;
- Een samenvatting van de redeneerlijn in de vorm van een stappenplan/leidraad voor MER schrijvers;
- Een overzicht van kennisleemten.

1.2 OFFSHORE WINDPARK BORSSELE

Bij het bepalen en beoordelen van de effecten van de constructie van het windpark Borssele zijn voor elk van de 4 uit te geven kavels twee alternatieve opstellingen onderzocht:

- Alternatief 1, een opstelling met 38 turbines van 10 MW;
- Alternatief 2, een opstelling met 95 turbines van 4 MW.

Met deze twee alternatieven kan een beeld worden gekregen van de maximale bandbreedte van mogelijke effecten. Voor beide alternatieven is verder uitgegaan van monopaalfunderingen, waarvan er, als de weersomstandigheden andere logistieke omstandigheden dat toelaten elke 24 uur 1 wordt geheid.

TNO heeft op dezelfde manier als voor eerdere 'Ronde 2' windparken Q4 West en Gemini berekeningen uitgevoerd. Daarbij zijn voor elk van de 4 kavels twee paalposities en twee alternatieve opstellingen onderzocht om zo een goed beeld te krijgen van de bandbreedte van mogelijke effecten. De resultaten van deze, in bijlage 1 opgenomen berekeningen zijn conform Heinis & de Jong (2015) geïnterpreteerd waarna de mogelijke effecten op de populaties van bruinvissen en zeehonden zijn bepaald en beoordeeld. Daarnaast is onderzocht in hoeverre significante effecten op de, voor bruinvissen en zeehonden natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden zijn te verwachten.

2 Uitgangspunten bepaling effecten van heien van turbinefunderingen

2.1 BEPALING VAN HET BRONGELUID EN DE VERSPREIDING ERVAN

Voor het schatten van de onderwatergeluidniveaus die optreden bij de bouw van windparken is gebruik gemaakt van het door TNO ontwikkelde rekenmodel AQUARIUS. Dat model is gebaseerd op de benaderingsmethode die is beschreven in Weston [1971, 1976]. Het model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van gegevens over de geluidbron, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. Als output worden onderwatergeluidkaarten gegenereerd, indien gewenst voor verschillende diepten in de waterkolom.

Voor de berekening van de verspreiding van het heigeluid bij de constructie van het Borssele windpark is aangenomen dat het heigeluid zoals gemeten bij het Prinses Amaliawindpark (Q7, de Jong & Ainslie, 2012) maatgevend is voor het heien van monopalen op de Noordzee. Bij de voor windpark Prinses Amalia gebruikte funderingen werd geheid met een maximale energie van 800 kJ. Het maximale, over de frequentiebanden gesommeerde bronniveau bedroeg daar 221 dB re 1 μPa^2m^2. Dit bronniveau is bij de verdere berekeningen gebruikt. De laagste inschatting van het bronniveau bedroeg 215 dB re 1 μPa^2m^2 (zie verder bijlage 1).

Voor de fundering van het offshore windpark Borssele is uitgegaan van monopalen, die door heien in de zeebodem zullen worden verankerd. De hiervoor benodigde hei-energie bedraagt, afhankelijk van de diameter van de te heien funderingen 1.000 tot maximaal 3.000 kJ. Bij de berekeningen is aangenomen dat eenzelfde percentage van de klapenergie (als bij het Prinses Amalia windpark) wordt omgezet in geluidenergie. Dit betekent dat het over de frequentiebanden gesommeerde bronniveau bij de aanleg van Borssele per heiklap respectievelijk ongeveer 1 dB tot 6 dB groter zal zijn.

Effecten zijn berekend voor de situatie dat de propagatie van het heigeluid niet wordt gedempt en voor de situatie dat geluidsnormen zullen worden toegepast. Het gaat daarbij om een, onlangs door de Nederlandse overheid ontwikkeld normenstelsel, waarbij is gedifferentieerd naar aanlegseizoen en aantal turbines (zie verder § 3.5.2).

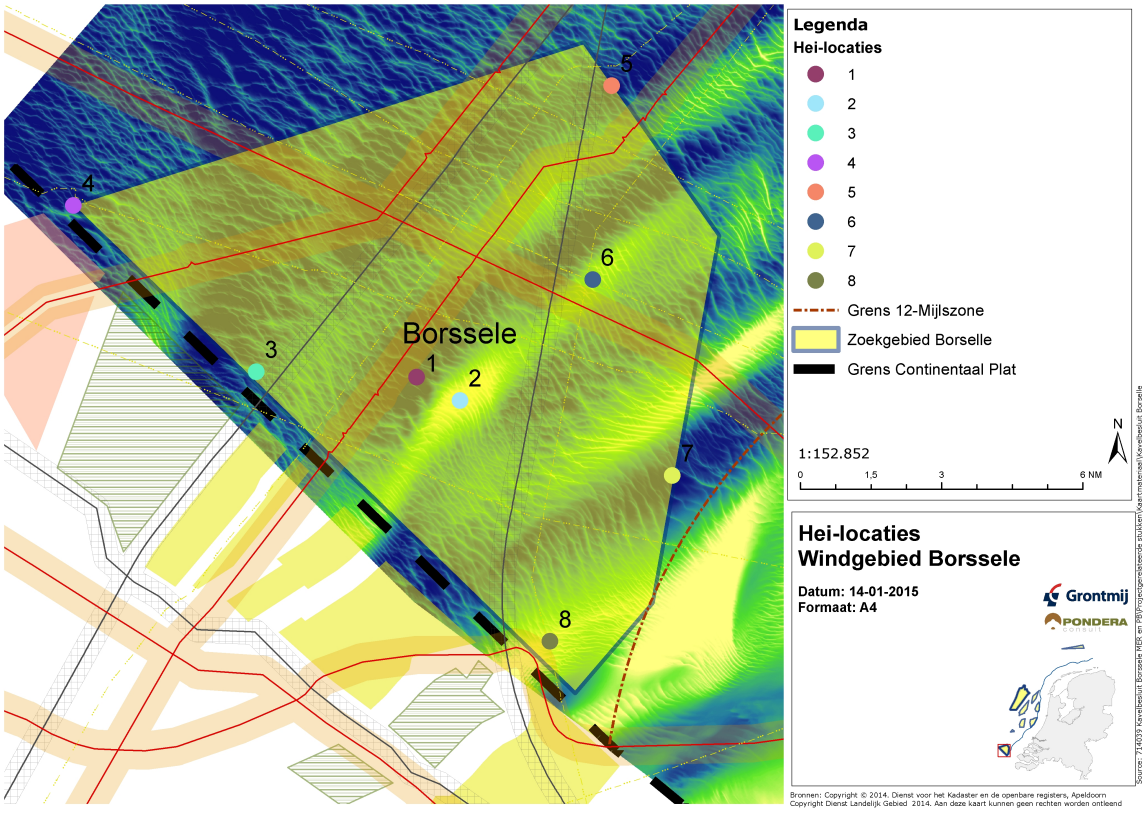
Voor het bepalen van de voortplanting van het onderwatergeluid als gevolg van het heien voor windpark Borssele is een realistisch, met de praktijk overeenkomend heiscenario doorgerekend (‘soft start’). Voor het goed positioneren van de paal wordt in de eerste ca. 10 minuten met een lagere energie en frequentie geheid. In de daaropvolgende ca. 30 minuten wordt de hei-energie opgevoerd tot maximaal vermogen (= ca. 95% van het volledige vermogen van de heihamer). In deze periode vinden af en toe controles plaats waarin niet wordt geheid. Na deze 40 minuten wordt vervolgens ononderbroken op maximaal vermogen geheid. In de berekeningen is ervan

uitgegaan dat in beide alternatieven voor het heien van één paal maximaal 3.500 heiklappen nodig zijn.

Uitgaande van dit heiscenario zijn berekeningen voor gemiddelde windcondities en voor windstilte (*worst case*) uitgevoerd. Om een indruk te krijgen van de mogelijke invloed van paalpositie op de reikwijdte van het effect is dit voor beide alternatieve opstellingen op 8 verschillende locaties binnen het plangebied voor het, in 4 kavels uit te geven windpark Borssele gedaan (Figuur 2-1). Daarbij is in elk kavel een positie met maximale diepte en een positie met minimale diepte gekozen:

- Kavel I: positie 5 op ca. 28 m en positie 6 op ca. 23 m;
- Kavel II: positie 7 op ca. 33 m en positie 8 op ca. 16 m;
- Kavel III: positie 1 op ca. 32 m en positie 2 op ca. 15 m;
- Kavel IV: positie 3 en 4, beiden op ca. 29 m.

Voor overige parameters, zoals de geluidssnelheid in het water en de bodem en de bodemabsorptie zijn realistische waarden gekozen (zie verder de bij deze notitie als bijlage 1 gevoegde memo van TNO).



Figuur 2-1 Paalposities van windpark Borssele waarvoor berekeningen met AQUARIUS zijn uitgevoerd

Bij de interpretatie van berekende effecten van het door heien gegenereerde onderwatergeluid op mariene organismen is verder het te hanteren heischema van belang. In deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat elk van de 4 kavels van windpark Borssele uit 38

windturbines van 10 MW of uit 95 windturbines van 4 MW op monopaal funderingen zal bestaan. Het heien van één monopaal turbinefundering zal, zo blijkt uit opgedane ervaring bij de aanleg van het windpark Luchterduinen, inclusief korte pauzes maximaal ongeveer 2 uur[3] duren. Dat betekent dat er in het bouwseizoen maximaal zo'n 76 uur wordt geheid voor alternatief 1 (38 palen x 2 uur) en 190 uur voor alternatief 2 (95 palen x 2 uur). Bij de aanleg zal – als de weersomstandigheden en andere, technische of logistieke omstandigheden dat toelaten – een zo compact mogelijk heischema worden gehanteerd. Dit houdt in dat eens per etmaal een turbinefundering wordt geheid. Zo kunnen de heiwerkzaamheden onder gunstige omstandigheden in iets meer dan 5 weken (alternatief 1) of in een kleine 14 weken (alternatief 2) zijn afgerond. Rekening houdend met mindere weersomstandigheden en/of materiaalpech e.d. is de verwachting dat de heiwerkzaamheden binnen een periode van 2,5 maanden (alternatief 1) of 6 maanden kunnen worden uitgevoerd (alternatief 2). In Tabel 2-1 zijn genoemde uitgangspunten samengevat.

Tabel 2-1 Uitgangspunten voor berekeningen en effectbepaling

	Alternatief 1	Alternatief 2
Aantal turbines	38	95
Geïnstalleerd vermogen per turbine	10 MW	4 MW
Netto heitijd per monopaal fundering inclusief korte pauzes	2	2
Geschatte periode waarin heiwerkzaamheden plaatsvinden (min-max)	5 – 10 weken	14 – 26 weken

2.2 BEREKENING VAN EFFECTEN DOOR HEIEN OP BRUINVISSEN EN ZEEHONDEN

2.2.1 Relevante effectparameters

De berekening van de geluidsverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Deze effecten kunnen zich manifesteren in de vorm van een gedragsrespons, zoals een versnelde ademhaling en wegzwemmen van de geluidsbron of in de vorm van een – fysiologisch – effect op het gehoor waardoor de dieren als gevolg van een langere blootstelling aan verhoogde geluidsniveaus tijdelijk (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel) of permanent (PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) minder goed kunnen horen. Op grond van de resultaten van eerdere, voor 'Ronde 2' windparken uitgevoerde berekeningen is geconcludeerd dat **effecten op het gedrag maatgevend** zijn voor mogelijke effecten op populaties. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat het gebied waarin bruinvissen en zeehonden TTS en PTS kunnen oplopen veel kleiner is dan het gebied waarbinnen gedragseffecten kunnen optreden. Bovendien treedt, mits PTS wordt voorkomen door het toepassen van mitigatie, bij alle mogelijk beïnvloede dieren volledig herstel van het gehoor op

[3] Er kan van worden uitgegaan dat bij gebruik van tripod- of jacket-funderingen met een maximale energie van 1.000 kJ zal worden geheid. Per fundering neemt de totale duur van het heien echter toe, omdat per fundering meerdere palen worden geheid, respectievelijk 3 voor een tripod- of 4 voor een jacket-fundering. De totale heitijd per fundering zal daarmee 3 – 4,5 uur (tripods) of 4 – 6 uur bedragen (jackets) in plaats van maximaal 2 uur voor een monopaal fundering.

(bij verreweg de meeste binnen enkele uren na verlaten van het beïnvloedingsgebied of na afloop van het heien). Zie verder de uit Heinis en de Jong (2015) overgenomen argumentatie in het Intermezzo Relevante parameters voor effecten heigeluid op populaties.

Hoewel het gebied waarbinnen dieren **PTS** kunnen oplopen veel kleiner is dan het TTS-gebied, is het van belang te berekenen wat de omvang van het gebied onder *worst case* omstandigheden kan zijn. PTS-effecten kunnen namelijk direct doorwerken naar de populatie, omdat niet is uit te sluiten dat dieren met PTS dermate in hun normale functioneren worden gehinderd dat zij voortijdig zullen sterven. Er moet daarom aannemelijk worden gemaakt dat de kans dat dergelijke permanente effecten optreden verwaarloosbaar is of, als dat niet zo is, dat deze door het nemen van mitigerende maatregelen kunnen worden voorkomen.

Intermezzo Relevante parameters voor berekenen effecten heigeluid op populaties

Er is van uitgegaan dat effecten op het gedrag (verstoring/mijding) maatgevend zijn voor de effecten op populaties.
Effecten van TTS zullen niet of verwaarloosbaar doorwerken naar populaties, omdat:

- De voor eerdere passende beoordelingen berekende TTS-onset contouren veel kleiner zijn dan de maximale mijdingscontouren, wat betekent dat het aantal bruinvissen waarvan het gehoor tijdelijk minder gevoelig zal zijn, ook kleiner is dan het aantal verstoorde bruinvissen.
- Mits mitigatie wordt toegepast, waarmee PTS wordt voorkomen (zie hierna) bij alle mogelijk beïnvloede bruinvissen volledig herstel van hun gehoor optreedt (bij verreweg de meeste binnen enkele uren na verlaten van het beïnvloedingsgebied of na afloop van het heien).
- De effectafstanden voor TTS in werkelijkheid waarschijnlijk veel kleiner zijn tot nu toe berekend. De gehanteerde drempelwaarde voor 'TTS-onset' voor bruinvissen is namelijk gebaseerd op resultaten van een experimentele blootstelling van bruinvissen aan een airgun door Lucke et al. (2009). Het betreft de geluiddosis (SEL_{cum}) waarbij een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel van 6 dB is gemeten (dat betekent dus dat het gehoor 6 dB minder gevoelig is). Uit de resultaten van recent onderzoek van SEAMARCO blijkt echter dat met nagespeeld heigeluid een geringe TTS van 2,3 – 4 dB bij bruinvissen pas kan worden aangetoond bij een SEL_{cum} van 180 dB re 1 μPa^2s [Kastelein et al, 2014]. Deze waarde ligt aanzienlijk hoger dan de drempelwaarde van SEL_{cum} van 164 dB re 1 μPa^2s waarvan in de berekeningen is uitgegaan.
- De frequenties waarbij in bruinvissen TTS na blootstelling aan heigeluid kan optreden, niet in het frequentiegebied liggen dat van belang is voor het vinden van voedsel via echolocatie. Bij een aan nagespeeld heigeluid blootgestelde bruinvis blijkt de verhoging zich namelijk te beperken tot een relatief smalle band van lage frequenties [Kastelein et al, 2014]. Een statistisch significante TTS kon alleen bij frequenties van 4 kHz en 8 kHz worden aangetoond, maar bij de gemeten frequenties daarboven (16 kHz en 125 kHz, de echolocatie frequentie) en daaronder (2 kHz) niet. Opvallend is dat bij frequenties waarin zich de meeste geluidsenergie van het aangeboden heigeluid bevindt, te weten de 600 – 800 Hz frequentieband, geen TTS optreedt. Deze waarnemingen zijn van belang bij de beoordeling van de ecologische relevantie van een voorspelde gehoordrempelverschuiving. Een (tijdelijke) gehoordrempelverschuiving in het laagfrequentie deel van het gehoorspectrum is voor bruinvissen voor het foerageren waarschijnlijk veel minder relevant dan in het hoogfrequente deel. Hoogfrequente geluiden van rond 125 kHz en de hoorbaarheid daarvan zijn voor deze soort namelijk van essentieel belang bij het vinden van prooien (echolocatie).

Met betrekking tot de mogelijke effecten van PTS is ervan uitgegaan dat deze effecten door het nemen van mitigerende maatregelen zullen worden voorkomen. Op dit moment is dat in de bestaande vergunningen via een voorschrift geborgd. Uit de voor verschillende windparken uitgevoerde berekeningen blijkt dat de afstand waarbinnen bruinvissen PTS zouden kunnen oplopen relatief klein is. Dit betekent dat het effect

[4] Omdat ADD's geluid in een ander frequentiegebied produceren dan heigeluid is de kans op cumulatieve effecten op het gehoor verwaarloosbaar.

waarschijnlijk kan worden voorkomen door met een 'soft start' te heien en een 'acoustic deterrent device' (ADD)[4] in te zetten. Hiermee kunnen bruinvissen tot op een afstand die groter is dan de PTS contour worden verjaagd. De PTS afstanden zullen verder afnemen door de toepassing van de, naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm.

2.2.2 Drempelwaarden

Drempelwaarden voor het optreden van een gedragsrespons (mijding/verstoring) en PTS zijn zo veel mogelijk afgeleid uit recente 'peer reviewed' literatuur. Tabel 2-1 bevat een overzicht van de criteria die bij het bepalen van effecten op bruinvissen en zeehonden van belang zijn met de bijbehorende waarden. Daarbij is ervan uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap bepaalt of er een gedragsverandering optreedt (mijding/verstoring). Voor effecten op het gehoor (PTS) gaat het om de totale geluiddosis, i.e. de 'optelsom' van meerdere geluidpulsen, waaraan dieren tijdens het heien van één paal zijn blootgesteld (cumulatieve SEL). Voor de argumentatie bij de in de tabel opgenomen waarden wordt verwezen naar het in hoofdstuk 2 van Heinis en de Jong (2015) opgenomen Intermezzo 'Drempelwaarden voor effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren'.

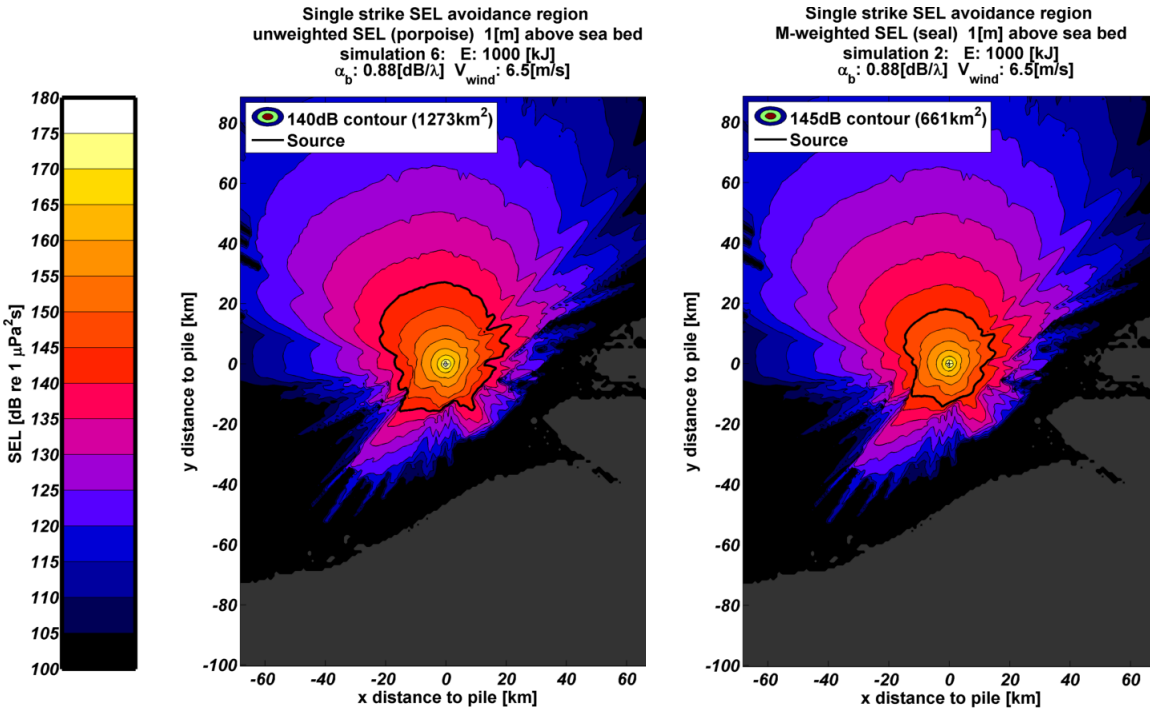
Tabel 2-2: Drempelwaarden voor het inschatten van effecten op bruinvissen en zeehonden. SEL_1 = geluiddosis als gevolg van een enkele heiklap; SEL_{CUM} = geluiddosis door een zwemmend dier ontvangen als gevolg van het heien van de gehele paal; $SEL_{1/CUM,w}$ = M-gewogen SEL voor zeehonden in water (zie Southall et al. 2007)

Soort	type effect	waarde	bron
Bruinvis	Gedragsrespons*	SEL_1 > 140 dB re 1 μPa^2s	Heinis & de Jong, 2015
	PTS-onset	SEL_{CUM} > 179 dB re 1 μPa^2s	TTS-onset uit Lucke et al. (2009) + 15 dB
Zeehonden	Gedragsrespons*	$SEL_{1,w}$ > 145 dB re 1 μPa^2s	SEAMARCO 2011
	PTS-onset	$SEL_{CUM,w}$ > 186 dB re 1 μPa^2s	Southall et al. 2007

* Gedrag met een score van 5 of hoger op de gedragsrepons-schaal van Southall et al. (2007). Dit betreft gedragingen als veranderingen in zwemgedrag en ademhaling, mijden van een bepaald gebied en veranderingen in roep- of klikgedrag (t.b.v. communicatie of foerageren).

2.2.3 Toepassen drempelwaarden bij bepalen van oppervlakten beïnvloed gebied

De effecten van heigeluid op het gedrag zijn berekend aan de hand van de met AQUARIUS gegenereerde onderwatergeluidkaarten, waarin de verdeling van de ruimtelijke geluidsimmissies als gevolg van een enkele heiklap is weergegeven (SEL_1). Vervolgens is voor bruinvissen en zeehonden bepaald op welke afstand van de heilocatie de drempelwaarden voor de significante **gedragsrespons** (verstoring/mijding) worden overschreden. Dit leidt tot een verstoringscontour met een soms grillige vorm, wat vooral het gevolg is van variaties in de waterdiepte (zie Figuur 2-2).



Figuur 2-2 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 1. Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor bruinvissen (links) en zeehonden (rechts). Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.

Daarnaast is berekend welke (cumulatieve) geluidbelasting bruinvissen en zeehonden die zich in de nabijheid van de heilocatie bevinden en vervolgens met een bepaalde snelheid wegzwemmen zouden kunnen oplopen tijdens het heien van één paal. De totale geluidbelasting die het dier door de cumulatieve energie van alle heiklappen voor één fundering daarbij ondervindt (SEL_{CUM}), is vergeleken met grenswaarden waarboven het geluid tot een **permanente verhoging van de gehoordrempel** (PTS) bij bruinvissen en zeehonden zou kunnen leiden.
Er zijn daarbij de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er wordt geheid volgens een realistisch 'soft start' scenario (zie § 2.1 en bijlage 1) mét en zonder een geluidsnorm (SEL_1 = 160 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m);
- Voor de door bruinvissen en zeehonden ontvangen geluiddoses als gevolg van het heien van een hele paal (SEL_{cum}) is uitgegaan van de resultaten van modelberekeningen met het door TNO ontwikkelde propagatiemodel AQUARIUS; de berekeningen zijn uitgevoerd voor windsnelheden van 0 m/s en 6,5 m/s (gemiddelde windcondities) en realistische schattingen van overige omgevingsparameters;
- Voor de berekening van de oppervlakten waarbij PTS kan optreden, is uitgegaan van een cirkel (πr^2) bij een uniforme waterdiepte van 35 m (maximale waterdiepte in het plangebied). In werkelijkheid zullen de oppervlakten kleiner zijn i.v.m. ondieper water richting kustzone.
- Dieren die zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden binnen de contour bevinden waar de drempelwaarde voor verstoring/mijding wordt overschreden, bevinden zich bij de

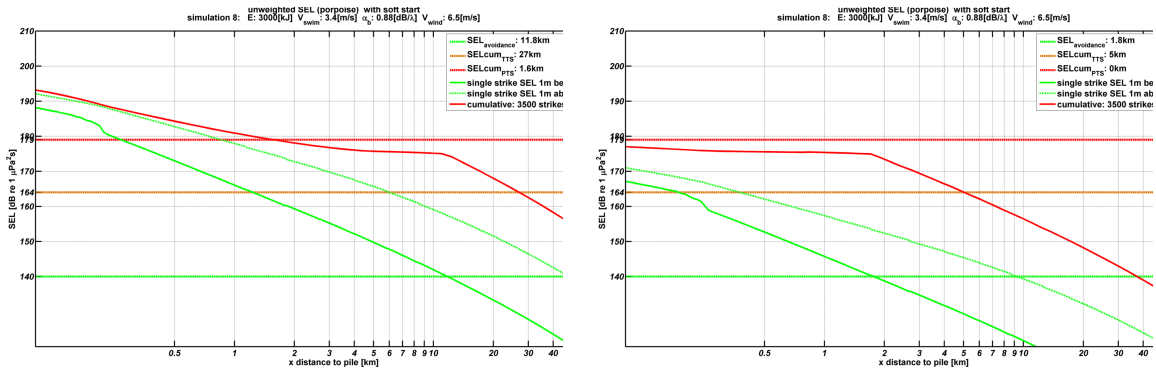
bodem en zwemmen na twee klappen naar het wateroppervlak, om het gebied vervolgens te verlaten door in een rechte lijn van de geluidsbron weg te zwemmen. Voor de bruinvis is uitgegaan van een zwemsnelheid van 3,4 m/s en voor zeehonden van 4,9 m/s. Deze waarden zijn aan de hand van diverse bronnen vastgesteld in de eerder genoemde Werkgroep Onderwatergeluid.

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen en zeehonden is voor alle kavels van het Borssele windpark één *worst case* situatie doorgerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied van windpark Borssele voorkomende diepte van 35 m wordt geheid en dat deze diepte constant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden. De berekeningen zijn uitgevoerd voor situaties met en zonder toepassen van een (maximale) geluidsnorm (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m).

Onderstaande figuren bevatten de resultaten van de berekeningen voor de situatie met gemiddelde windsnelheid en een hei-energie van 3.000 kJ voor bruinvissen (Figuur 2-3) en zeehonden (Figuur 2-4). De figuren geven de berekende verdeling van de SEL_1 op een diepte van 1 m onder de waterspiegel (groene doorgetrokken curve) en op 1 m boven de zeebodem (groene gestippelde curve). De SEL_{CUM} waaraan het dier wordt blootgesteld gedurende het complete heiscenario voor één windturbinefundatie bij een hei-energie van 3.000 kJ en gemiddelde windcondities wordt weergegeven door de rode doorgetrokken lijn). Op de x-as staat de afstand tot de paal waarop een dier zich bij aanvang van het heien op 1 m van de waterbodem bevindt (*worst case* uitgangspositie). De horizontale lijnen tonen de niveaus van de drempelwaarden voor een significante gedragsrespons (groen) en PTS-onset (rood) voor bruinvissen (zie ook Tabel 2-2). Het snijpunt van de rode lijn met de rode stippellijn geeft de 'PTS-afstand'.

Uit de figuren kan worden afgelezen dat bij gemiddelde windsnelheid en een hei-energie van 3.000 kJ bij bruinvissen PTS kan optreden als zij zich bij aanvang van heien zonder toepassen van een geluidsnorm binnen 1,6 km van de heilocatie bevinden. Voor zeehonden bedraagt deze afstand 0,3 km. Als een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s wordt toegepast zal bij deze soorten geen PTS optreden.

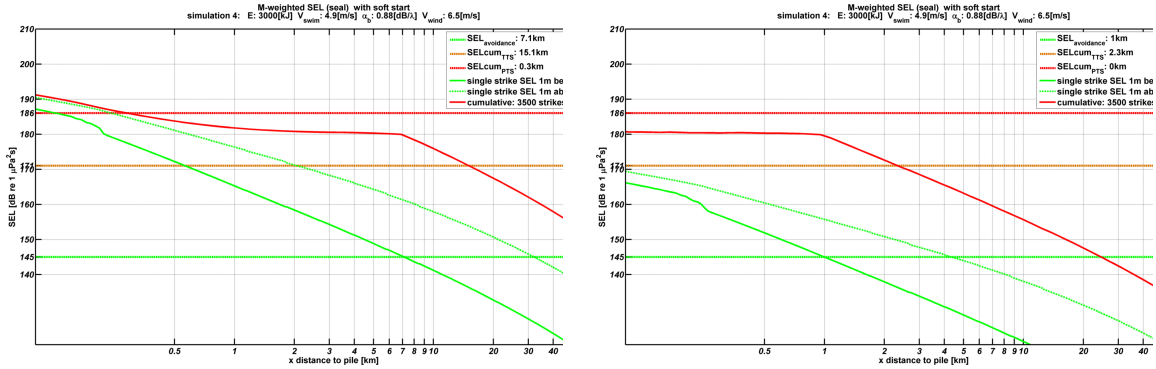
Zonder geluidsnorm	Met geluidsnorm (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m



Figuur 2-3 Berekende verdeling van de SEL_1 op een diepte van 1 m onder de waterspiegel (groene doorgetrokken curve) en op 1 m boven de zeebodem (groene gestippelde curve) en de SEL_{CUM} waaraan een bruinvis wordt blootgesteld gedurende het complete heiscenario voor één windturbinefundatie bij een hei-energie van 3.000 kJ en gemiddelde windcondities (rode doorgetrokken lijn), als functie van de afstand tot de paal waarop een dier zich bij aanvang van het heien op 1 m van de waterbodem bevindt (*worst case* uitgangspositie). De horizontale lijnen tonen de niveaus van de drempelwaarden voor een significante gedragsrespons (groen) en PTS-onset (rood) voor bruinvissen (zie ook Tabel 2-2). Het snijpunt van de rode lijn met de rode stippellijn geeft de 'PTS-afstand'. Deze bedraagt ca. 1,6 km als geen geluidsnorm wordt toegepast. Als wel een (strenge) geluidsnorm wordt toegepast, treedt geen PTS op.

Zonder geluidsnorm

Met geluidsnorm (SEL_1 = 160 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m



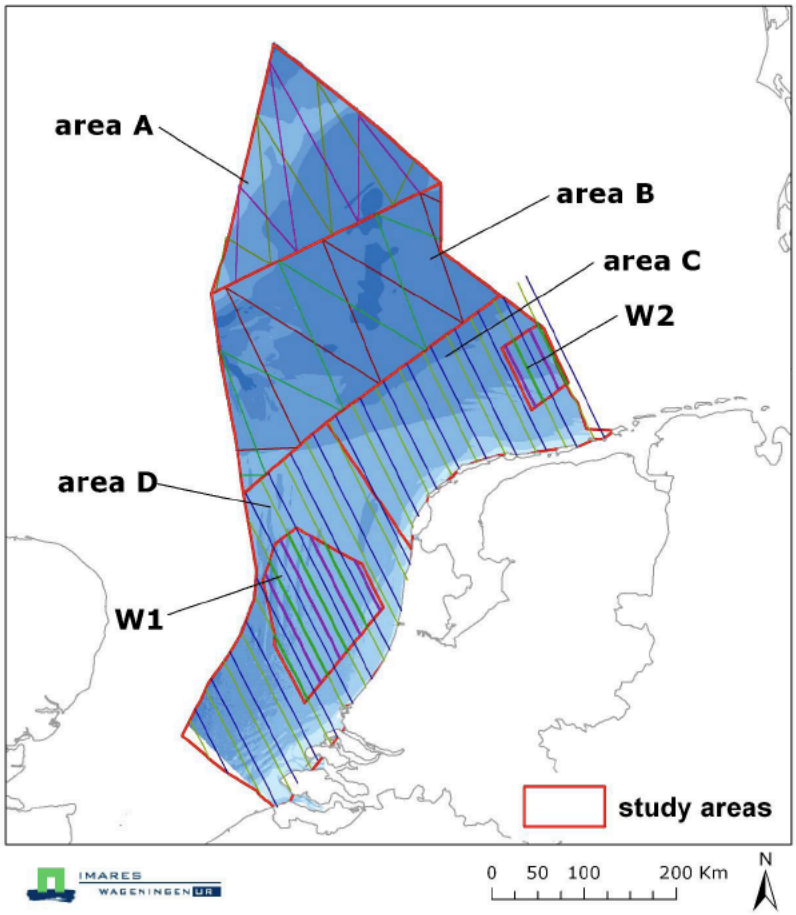
Figuur 2-4 Als Figuur 2-3 voor zeehonden. Als geen geluidsnorm wordt toegepast, bedraagt de 'PTS-afstand' 0,3 km. Als wel een (strenge) geluidsnorm wordt toegepast, treedt geen PTS op.

2.2.4 Berekenen van het aantal verstoorde dieren

Bij het berekenen van het aantal door heigeluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waar de drempelwaarde voor verstoring/mijding in de onderste helft van de waterkolom wordt overschreden (*worst case*). Met de lagere geluidniveaus nabij het wateroppervlak (hoger in de waterkolom treedt meer uitdoving op dan dieper in de waterkolom) wordt bij de schatting van effectafstanden geen rekening gehouden, in de veronderstelling dat zeezoogdieren in hun normale (foerageer)gedrag worden verstoord als ze niet van de hele waterkolom gebruik kunnen maken. Daarnaast is ervan uitgegaan dat de verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt. Daarmee wordt er dus van uit gegaan dat een dier dat

zich bij de start van het heien dichtbij de geluidsbron bevindt net zo lang verstoord blijft als een dier dat zich veel verder bevindt. Er zijn uit Duits en Deens veldonderzoek bij de bouw van windparken aanwijzingen dat deze aannames sterke simplificaties van de werkelijkheid zijn (zie overzicht in Heinis & de Jong, 2015). Vooralsnog is het echter niet mogelijk om op basis van deze waarnemingen meer realistische aannames te doen.

Voor **bruinvissen** is voor elk van de paalposities het aantal door heigeluid verstoorde dieren berekend door het, over de twee berekende windcondities gemiddelde verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met de gemiddelde bruinvisdichtheid voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt. Bij de berekening is uitgegaan van de resultaten van vliegtuigtellingen die zijn gerapporteerd door Geelhoed et al. (2011, 2014). Daarbij is voor de dichtheid in het plangebied voor het windpark Borssele uitgegaan van de geschatte gemiddelde dichtheid in deelgebeid D (zie Figuur 2-5). Deze bedragen respectievelijk 1,174 individuen per km^2 voor de periode januari – mei, 0,484 individuen per km^2 voor de periode juni – augustus en 0,398 voor de periode september – december. Rond de schattingen ligt een bandbreedte van ± 50% rond het gemiddelde. Volgens Geelhoed et al. (2011) geven de schattingen een realistisch beeld van de (variatie) in dichtheden van bruinvissen in laatste jaren. Uit figuur 3.9.3 in Arts (2012) blijkt dat de gemiddelde dichtheid van bruinvissen op het NCP in de periode 2005 – 2011 min of meer is gestabiliseerd, na een sterke trendmatige toename in de periode ervoor.



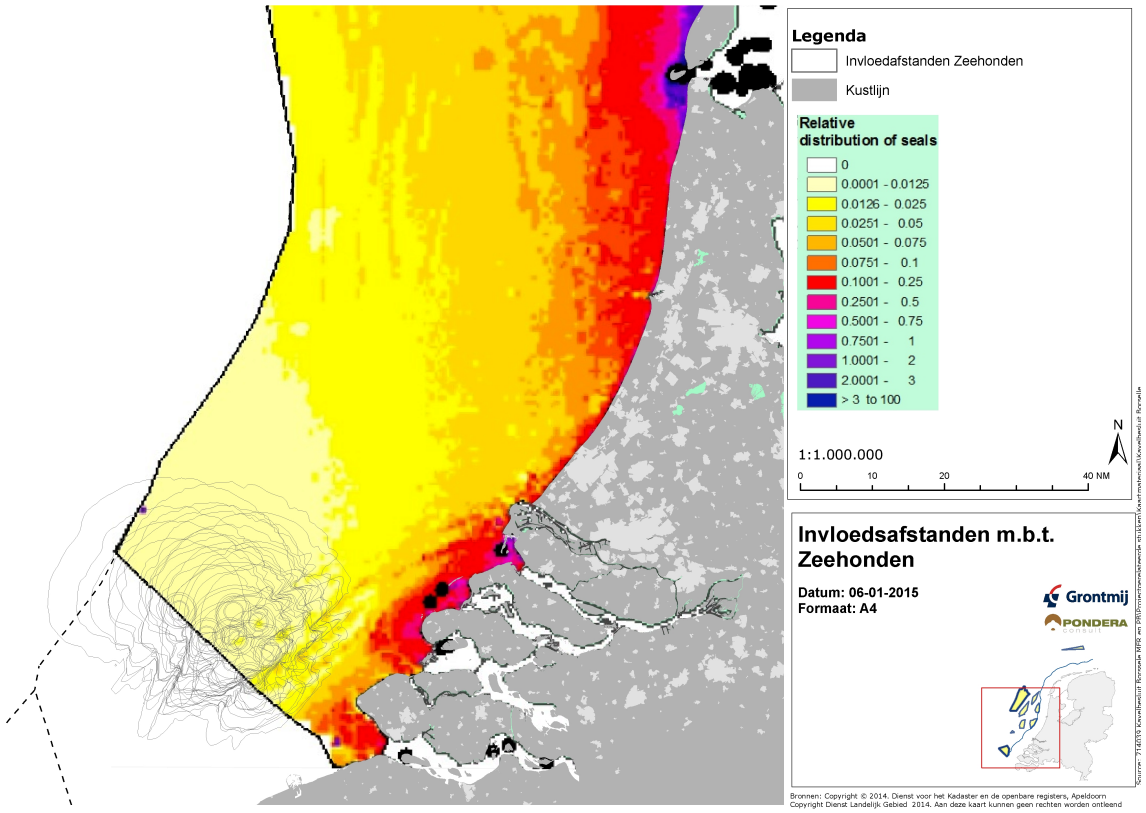
Figuur 2-5 Uit Geelhoed et al. (2011) overgenomen kaart van het NCP met onderscheiden deelgebieden A (Doggersbank), B (Offshore), C (Friese Front) en D (Bruine Bank). W1 en W2 geven de destijds relevante gebieden voor windenergie weer. De lijnen geven de gevlogen transecten weer en de kleuren de verschillende surveys.

Voor het schatten van het aantal, bij aanvang van de hei-activiteit verstoorde **zeehonden** op het NCP is de in Figuur 2-6 weergegeven kaart met de gemodelleerde relatieve dichtheid van de Nederlandse gewone zeehonden van Brasseur e.a. (2012) gebruikt. De kleuren in de kaart geven de (relatieve) dichtheid per km^2 weer (zie Intermezzo Schatting van aantal verstoorde zeehonden voor procedure).

Intermezzo Schatting van het aantal verstoorde zeehonden

Na projectie van de berekende verstoringscontouren op de hieronder weergegeven kaart, wordt per (kleur gecodeerde) dichtheidscategorie de oppervlakte (km^2) van die dichtheidscategorie binnen de verstoringscontour bepaald. De dichtheidscategorieën zijn gedefinieerd met een ondergrenswaarde en een bovengrenswaarde. Omdat de verschillende dichtheidscategorieën door Brasseur et al. (2012) min of meer logaritmisch zijn onderverdeeld is voor de berekening een 'logaritmisch getransformeerde gemiddelde waarde' gebruikt (en dus niet een rekenkundig gemiddelde van de bovengrens en de ondergrens). De som van die oppervlakten vermenigvuldigd met de bijbehorende gemiddelde dichtheid per kleurcategorie is de (relatieve) maat voor het aantal zeehonden binnen de verstoringscontour. Voor het deel van de verstoringsscontour dat in het Belgische deel van het Continentaal Plat ligt en dat niet door de kaart van Basseur et al. (2012) wordt gedekt, is eenzelfde gemiddelde dichtheid verondersteld als voor het op het NCP gelegen deel. Dit getal is vervolgens genormeerd op het met dezelfde relatieve maat bepaalde totaal

aantal zeehonden binnen het gehele NCP. Het quotiënt van deze twee getallen geeft de schatting van het percentage van alle zeehonden binnen het NCP die zich op enig moment binnen de verstoringscontour kan bevinden. Vermenigvuldiging met het totaal aantal Nederlandse zeehonden (8.000) geeft een schatting van het aantal verstoorde zeehonden.



Figuur 2-6 Verstoringscontouren (grijze lijnen) voor de zeehond in relatie tot de gemodelleerde relatieve dichtheden van de gewone zeehond door Brasseur et al. (2012) bij het (zonder toepassen van een geluidsnorm) heien van funderingen voor offshore windpark Borssele

2.2.5 Bepalen van populatie-effecten

Voor de bepaling van de effecten van heigeluid op de populaties van zeezoogdieren is voor de 'Ronde 3' windparken, waaronder de Borssele windparken voortgeborduurd op de aanpak die begin 2013 is ontwikkeld. In feite is de toen ontwikkelde, op enkele onderdelen getalsmatige aangepaste redeneerlijn aangevuld met een 'populatiemodule' waarmee cumulatieve effecten van impulsief geluid beter kunnen worden gekwantificeerd. Bij het bepalen van de mogelijke doorwerking van effecten van heigeluid op zeezoogdieren is ervan uitgegaan dat de effecten op het gedrag daarvoor maatgevend zijn en dat wordt voorkomen dat permanente effecten op het gehoor optreden (PTS).

Voor **bruinvissen** is ervoor gekozen gebruik te maken van het Interim PCoD model van SMRU Marine (Harwood et al. 2013). De benaderingswijze die aan dit model ten grondslag ligt, wordt internationaal gebruikt (NRC, 2005; New et al. 2014) wat betekent dat niet alleen de werkwijze,

maar ook de verkregen uitkomsten internationaal vergelijkbaar zijn. Bovendien is het Interim PCoD model het enige, op dit moment operationele instrument om effecten op populaties te kwantificeren. In het Interim PCoD model wordt een kwantitatieve relatie gelegd tussen gedragsverandering en factoren als overlevingskans en reproductiesucces (*vital rates*). De relatie is afgeleid door het raadplegen van deskundigen volgens een formeel *expert elicitation* proces, aangezien voor veel soorten meetgegevens voor het draaien van een 'full' PCoD model cf. New et al. (2014) ontbreken. Daarbij zijn diverse technieken toegepast om de meningen van experts onafhankelijk te wegen en een numeriek schatting van de onzekerheid in de relatie te kunnen geven (zie Heinis & de Jong (2015) voor een algemene beschrijving en Harwood et al. 2014 voor details).

Onder regie van de Werkgroep Onderwatergeluid is de gevoeligheid van het Interim PCoD model voor variaties in diverse factoren onderzocht. Voor de resultaten daarvan wordt verwezen naar Heinis & de Jong (2015). De uitkomsten laten zien dat er een verband bestaat tussen het aantal bruinvisverstoringsdagen en de reductie van de bruinvispopulatie op de Noordzee. De volgende benaderingsformule geeft het verband weer als van een 95% zekerheid wordt uitgegaan (= 5% kans dat de berekende populatiereductie groter is):

$$Populatiereductie = \left(\left(\frac{1}{11{,}03 * ppdd} \right)^3 + \left(\frac{1}{0{,}8 * vulpop} \right)^3 \right)^{-\frac{1}{3}}$$

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, hppd is het aantal bruinvisverstoringsdagen en vulpop is het aantal individuen in de *vulnerable subpopulation*.

Het totale aantal **bruinvisverstoringsdagen** is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal **verstoringsdagen**. In principe wordt er in het PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringsdag telt. Dit is een pragmatische keuze. Uit de nu bekende informatie over de duur van de verstoring komt namelijk nog geen eenduidig beeld naar voren. Het **aantal mogelijk verstoorde bruinvissen per dag** wordt berekend door het berekende verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsoppervlak. Voor de meest actuele dichtheidsschatting van bruinvissen is gebruik gemaakt van de door Geelhoed et al. (2011, 2014) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen.

Voor **zeehonden** zijn eventuele cumulatieve effecten van impulsief geluid op de populatie nog niet gekwantificeerd, vooral als gevolg van de beperkte tijd die voor de werkzaamheden van de Werkgroep Onderwatergeluid in 2014 beschikbaar was. De *focus* van het onderzoek is op de bruinvis gelegd, omdat werd ingeschat dat de kans dat de populatie van deze soort cumulatieve effecten van impulsief geluid ondervindt groter is dan de kans dat dat bij zeehonden gebeurt.

Bruinvissen reageren namelijk gevoeliger op geluid én hebben een grotere kans aan impulsief geluid te worden blootgesteld dan zeehonden. Op de locaties waar de activiteiten zijn gepland is de relatieve dichtheid van bruinvissen namelijk veel groter dan die van de twee, vooral in kustwateren voorkomende zeehondensoorten.

De motivatie om in het geval van bruinvissen te kiezen voor het Interim PCoD model is dat gegevens ontbreken over beweging en gedrag van individuen in de ruimte en tijd. Voor zeehonden zijn dergelijke data wel beschikbaar en zou de energetische consequentie van een interruptie in foerageermogelijkheden op basis van de locatie- en duikdata in principe kunnen worden berekend (e.g. New et al. 2014, Costa 2012). Een, op de berekening van cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehondenpopulaties toegespitst model waarin van deze gegevens gebruik is gemaakt, is echter niet op korte termijn beschikbaar. Voor zeehonden is daarom uitgegaan van de in 2013 ontwikkelde, op onderdelen iets aangepaste (zie Heinis & de Jong, 2015) en in eerdere effectbeschrijvingen gebruikte redeneerlijn voor het bepalen van effecten op populaties.

2.3 BEOORDELING VAN EFFECTEN

Onlangs is door de Nederlandse overheid het 'Kader Ecologie en Cumulatie' gepubliceerd (KEC). Het bestaat uit een algemene Methodebeschrijving (deelrapport A) en drie Bijlagerapporten (Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de Routekaart Windenergie op Zee, Imares onderzoek Cumulatieve effecten Vogels en Vleermuizen, TNO/HWE-onderzoek Cumulatieve effecten zeezoogdieren). Het KEC reikt een methode aan om voor relevante soortgroepen de cumulatieve effecten van Windenergie op Zee te bepalen en te beoordelen. De effecten worden getoetst aan de biogeografische populatie, zodat een beeld wordt verkregen van het effect op de staat van instandhouding van de betreffende soorten. Eventueel te constateren significante gevolgen op populatieniveau van de Nederlandse Noordzee zijn naar rato om te slaan naar de betreffende Natura 2000-gebieden.

Uit onderzoek blijkt dat van de groep zeezoogdieren in de context van de zuidelijke Noordzee de bruinvispopulatie het meest gevoelig is voor verstoring door het aan windparken gerelateerde onderwatergeluid. Dit komt vooral doordat de dichtheid van deze soort op de locaties waar activiteiten zijn gepland ten opzichte van de andere relevante soorten (m.n. zeehonden) het hoogst zijn. Daarnaast reageren individuele bruinvissen gevoeliger op onderwatergeluid dan zeehonden. Om deze redenen wordt verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten zeezoogdieren en is de methode vooral gericht op het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie.

Voor het kunnen toetsen van de gevolgen van onderwatergeluid is met name de vraag relevant of hiermee de staat van instandhouding van bruinvissen in het geding komt. Recente berekeningen (Scheidat *et al*. 2013) laten zien dat volgens de methode van PBR de acceptabele grens voor het NCP ligt op 272 dieren/jaar voor alle activiteiten. Dit is echter de directe sterfte

en hierin is geen rekening gehouden met het mogelijke effect van verminderde reproductie. Daarom wordt voor acceptabele grenzen aan effecten op zeezoogdieren vooral gekeken naar het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). Het interim doel van ASCOBANS voor bruinvissen is om de populatie op minimaal 80% van de draagkracht te houden. Wat deze populatieomvang is, is niet nader gedefinieerd. Daarom wordt vooralsnog uitgegaan van de omvang van de huidige populatie, die op het Nederlandse deel van de Noordzee volgens Scheidat en gebaseerd op Geelhoed e.a. (2011 en 2014) in de periode 2010 t/m 2014 uit gemiddeld 51.000 dieren bestond.

De commissie MER heeft tussentijds geadviseerd op het concept MER voor de kavels I en II van het Borssele windpark en heeft voorgesteld om voor een acceptabele grens van een hoger percentage dan 80% van de huidige populatie uit te gaan gegaan zolang er geen sprake is van een gunstige staat van instandhouding. is besloten om de acceptabele grens te verlagen. Dat wil zeggen dat een kleiner effect is toegestaan dan waarvan in de eerdere effectbeschrijvingen in het MER is uitgegaan (jaarlijkse afname van 1.275 dieren; 637 dieren per windpark uitgaande van de uitrol conform het SER-akkoord van twee windparken per jaar).

Uitgangspunt bij de nieuwe toetsing van de effecten op de bruinvispopulatie (waarbij dus rekening is gehouden met het advies van de commissie MER) is dat met grote zekerheid (95%) moet kunnen worden vastgesteld dat de huidige bruinvispopulatie als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt (in plaats van de eerdere 20%). Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark niet meer dan **255** dieren mag bedragen (0,05x51.000/10). De totale reductie komt daarmee neer op 2.550 dieren, die als gevolg van de aanleg van het SER-akkoord (windenergie op zee) maximaal over een periode van 5 jaar mag optreden.

3 Effecten van aanleg van kavel III van windenergiegebied Borssele

3.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de mogelijke effecten van heigeluid voor de aanleg van kavel III van het windpark Borssele in twee alternatieve opstellingen. In dit kavel zijn voor twee, in waterdiepte verschillende locaties berekeningen uitgevoerd, te weten paalpositie 1 met een waterdiepte ca. 32 m en paalpositie 2 met een waterdiepte van ca. 15 m (zie Figuur 2-1 voor locaties). De paalposities en alternatieven zijn zo gekozen dat de weergegeven resultaten naar verwachting de maximale bandbreedte weergeven van mogelijke effecten van de aanleg van windturbines in dit kavel. De mogelijke effecten op de populaties van bruinvissen en zeehonden worden in § 3.2 beschreven. De toetsing van de effecten van het heien van funderingen in kavel III aan de Natura 2000-doelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden is opgenomen in § 3.3, waarna in § 3.4 wordt getoetst aan de Flora- en faunawet.

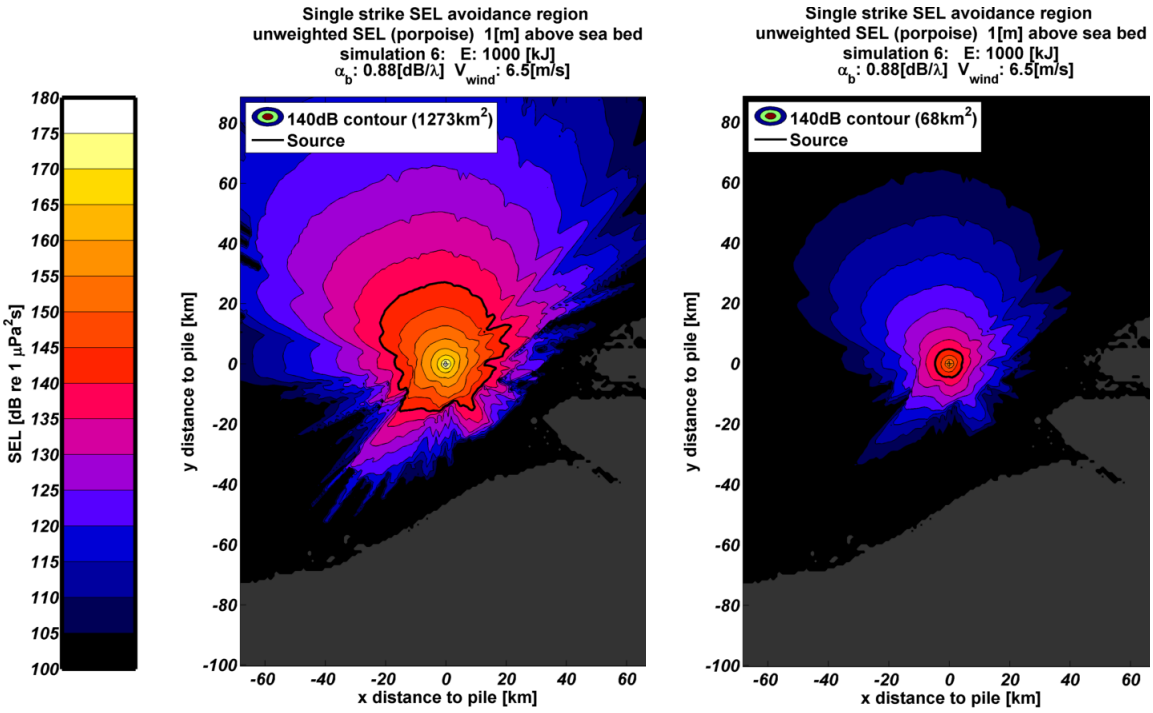
3.2 EFFECTEN OP POPULATIES VAN ZEEZOOGDIEREN

3.2.1 Bruinvis

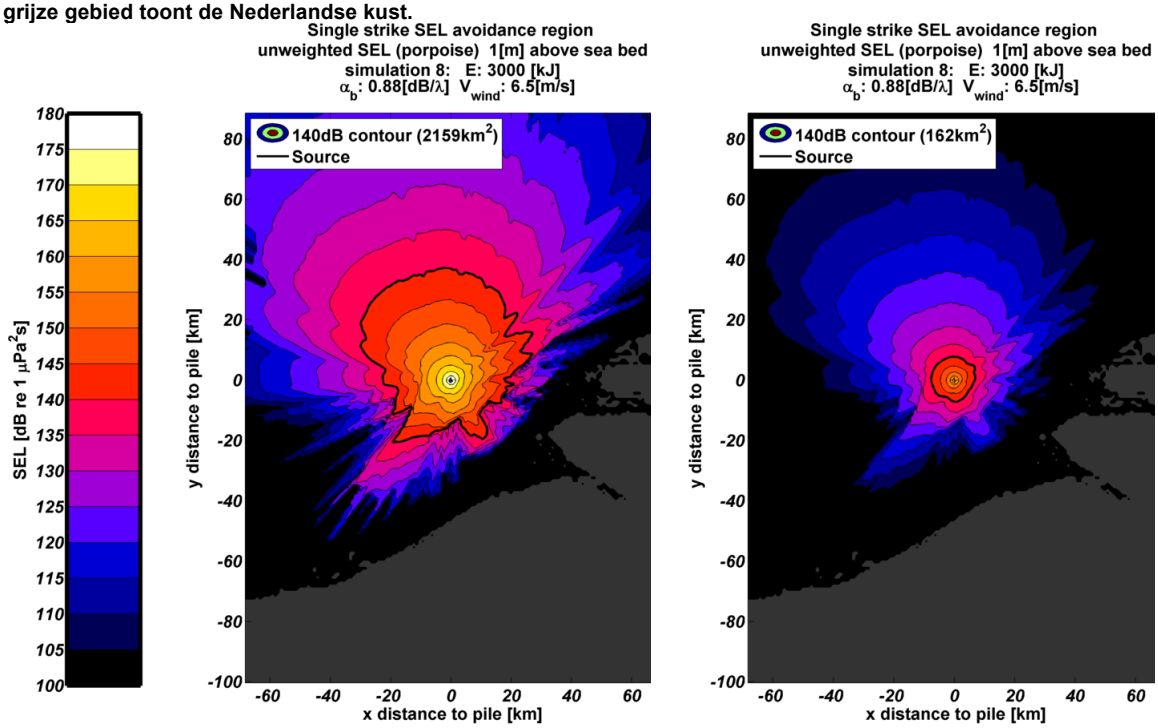
Effecten op het gedrag van bruinvissen

Voorbeelden van de door TNO berekende verdeling van het, voor bruinvissen relevante geluid tijdens het heien voor kavel III van het windpark Borssele op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 3-1 (1.000 kJ) en in Figuur 3-2 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor bruinvissen wordt overschreden.

Uit de figuren is af te leiden dat tijdens het heien van kavel III van windpark Borssele bij gemiddelde windsnelheden voor bruinvissen 68 – 1.273 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 162 – 2.159 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen niet worden gehaald als een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte, voor bruinvissen verstoord gebied zal in dat geval tussen 419 km^2 (alternatief 2, 95 funderingen) en 953 km^2 komen te liggen (alternatief 1, 38 funderingen). Dit is in het seizoen (september – december) waarin de minst strenge norm van kracht is (zie Tabel 3-8).



Figuur 3-1 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 1 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor bruinvissen. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 3-2 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 1 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 3-1.

De berekende effecten van de constructie van kavel III op de bruinvispopulatie van de Noordzee en het NCP zijn opgenomen in Tabel 3-1 en Tabel 3-2. Bij deze berekeningen is ervan uitgegaan dat, met uitzondering van een 'soft start' procedure[5] geen geluidsbeperkende maatregelen worden getroffen.

Tabel 3-1 Schatting van de gevolgen van heien zonder geluidsreducerende maatregelen voor de aanleg van alternatief 1 (38 funderingen met hei-energie 3.000 kJ) voor kavel III van offshore windpark Borssele voor de bruinvispopulatie op de Noordzee en op het NCP in verschillende seizoenen. Weergegeven zijn de effecten van heien op paalpositie met de in het kavel aanwezige grootste waterdiepte (positie 1, diepte ca. 32 m) en een paalpositie met een relatief kleine waterdiepte (positie 2, diepte ca. 15 m). Zie Figuur 2-1 voor paalposities. Rood: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname. N.B. Er is geen rekening gehouden met eventuele populatie-effecten van permanente effecten op het gehoor (PTS).

Alternatief 1 (38 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Effecten totaal						
Gem. oppervlak verstoord (km^2)	3.136	1.547	3.136	1.547	3.136	1.547
Bruinvissen binnen contour (n)	3.682	1.816	1.518	749	1.248	616
Dierverstoringsdagen (NCP+BCP+ECP)	139.903	69.015	57.677	28.452	47.429	23.397
Populatiereductie totaal	1.543	761	636	314	523	258
Effecten NCP						
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	2.135	1.029	2.135	1.029	2.135	1.029
Bruinvissen binnen contour (n)	2.506	1.208	1.033	498	850	410
Dierverstoringsdagen	95.224	45.906	39.258	18.925	32.282	15.563
Populatiereductie NCP	1.050	506	433	209	356	172

Tabel 3-2 Als Tabel 3-1 voor alternatief 2 (95 funderingen met hei-energie 1.000 kJ)

Alternatief 2 (95 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Effecten totaal						
Gem. oppervlak verstoord (km^2)	1.725	895	1.725	895	1.725	895
Bruinvissen binnen contour (n)	2.025	1.050	835	433	687	356
Dierverstoringsdagen (NCP+BCP+ECP)	192.389	99.764	79.316	41.129	65.222	33.821
Populatiereductie totaal	2.122	1.100	875	454	719	373
Effecten NCP						
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	1.281	629	1.281	629	1.281	629
Bruinvissen binnen contour (n)	1.503	738	620	304	510	250
Dierverstoringsdagen	142.814	70.097	58.877	28.898	48.416	23.764
Populatiereductie NCP	1.575	773	649	319	534	262

Uit de resultaten blijkt:

- De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op paalpositie 1 wordt geheid; de reductie bedraagt dan 1.575 dieren (5-percentiel). Voor alternatief 1 is dit 1.050 dieren (5-percentiel). Dit komt overeen

[5] De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

met een afname van de populatie op het NCP met 2,1% (alternatief 1) en 3,1% (alternatief 2). voor de totale Noordzeepopulatie is dit respectievelijk 0,7% (alternatief 1) en 0,9% (alternatief 2).

- Effecten op de bruinvispopulatie zijn voor alternatief 2 ongeveer 50% groter dan voor alternatief 1; hieruit is af te leiden dat een 2,5-voudige toename van het aantal funderingen, en daarmee van het aantal bruinverstoringsdagen, sterker doorwerkt dan een drievoudige afname van de hei-energie (effect op oppervlakte verstoord gebied);
- In dit gedeelte van de Noordzee kan de heilocatie een belangrijke bepalende factor vormen voor de omvang van het uiteindelijke effect: op paalpositie 1 is het effect ongeveer tweemaal zo groot als op paalpositie 2.
- Verder is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (op het NCP maximaal 356 dieren voor alternatief 1 en 534 dieren voor alternatief 2), omdat de bruinvisdichtheid dan relatief laag is; in het voorjaar zijn de maximale effecten ongeveer driemaal zo groot.
- Tenslotte is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) in vrijwel alle gevallen wordt overschreden. Alleen als in de zomer of het najaar alle 38 palen van alternatief 1 op ondiepe posities zouden kunnen worden geheid, is dit niet het geval (groene vakjes in Tabel 3-1).

Effecten op het gehoor van bruinvissen

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied van windpark Borssele voorkomende diepte van 35 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,6 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,2 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

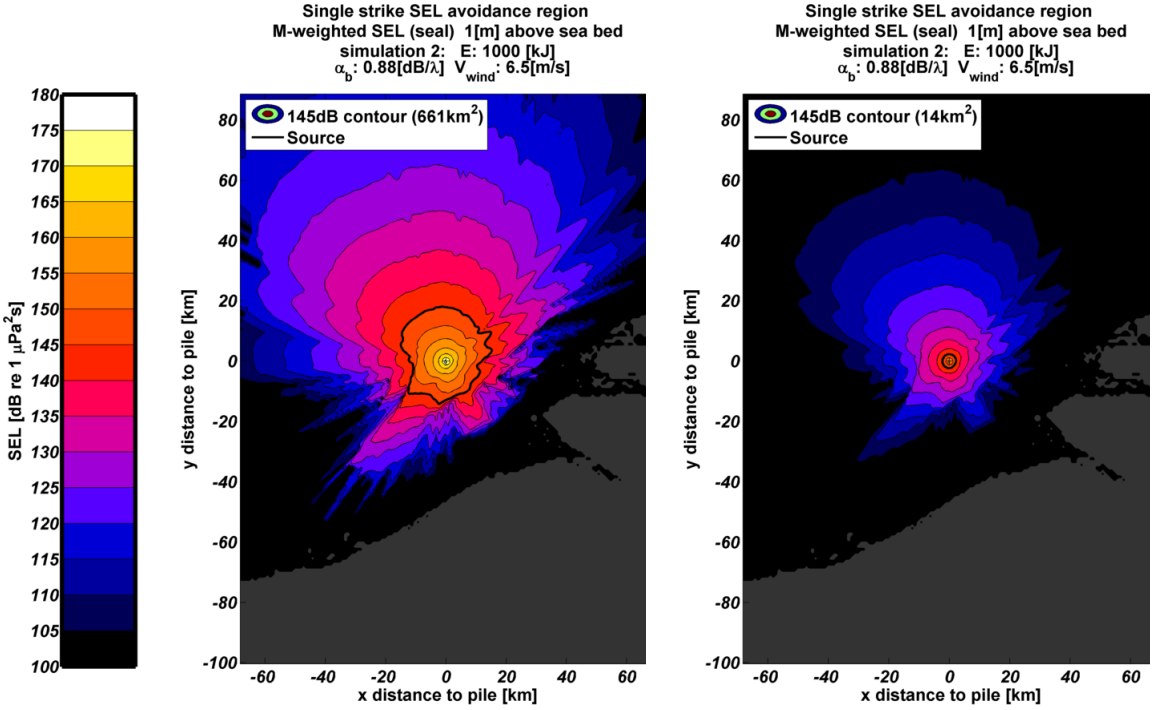
3.2.2 Zeehonden

Effecten op het gedrag van zeehonden

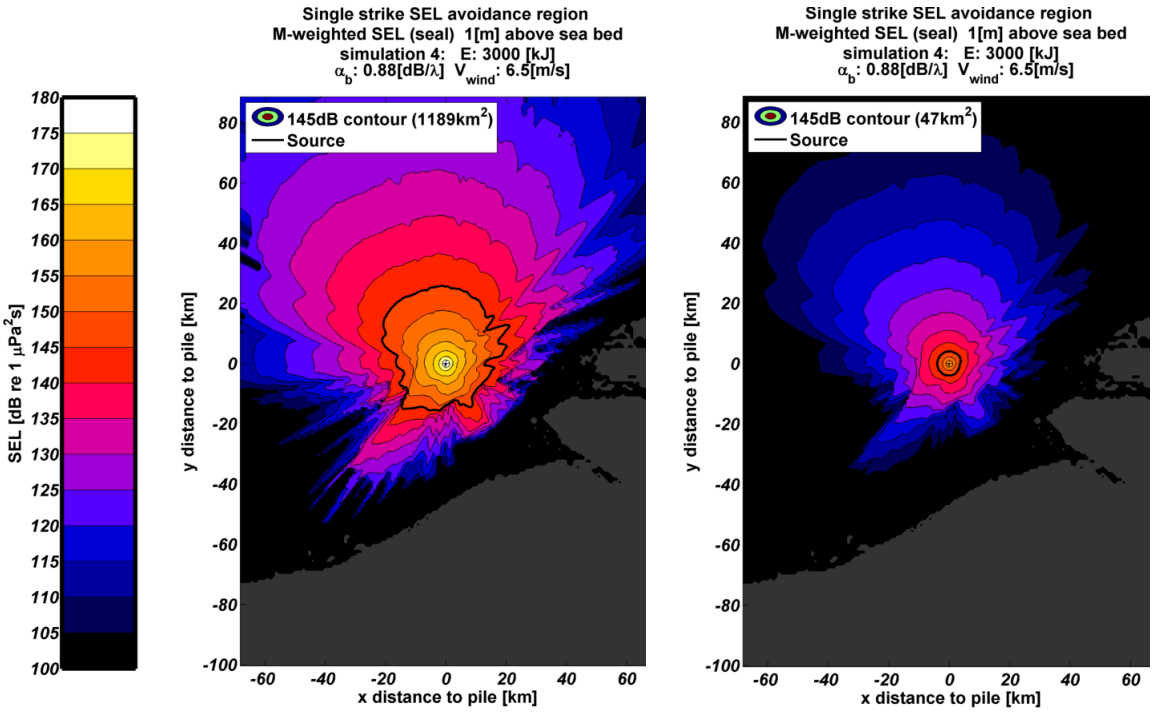
Voor zeehonden ontstaat in de uren dat rond de heilocatie wordt geheid een kleinere verstoringscontour dan die van bruinvissen, omdat zeehonden minder gevoelig op onderwatergeluid reageren (zie TNO-notitie in bijlage 1). Voorbeelden van de door TNO

berekende verdeling van het, voor zeehonden relevante geluid tijdens het heien voor kavel III van het windpark Borssele op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 3-3 (1.000 kJ) en in Figuur 3-4 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor zeehonden wordt overschreden.

Uit de figuren is af te leiden dat tijdens het heien van kavel III van windpark Borssele bij gemiddelde windsnelheden voor zeehonden 14 – 661 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 47 – 1.189 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen echter niet worden gehaald, omdat een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied zal daardoor aanzienlijk kleiner zijn.



Figuur 3-3 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 1 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie zijn weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor zeehonden. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 3-4 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 1 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 3-3.

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbeperkende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij de constructie van kavel III van het windpark Borssele voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabel 3-3. Maximaal gaat het om minder dan 3 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 1) of om minder dan 1 zeehond (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om maximaal 0,03% (alternatief 1) of om 0,01% (alternatief 2) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 1 1,6 tot 1,7 maal zo groot als dat van alternatief 2. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven.

In Tabel 3-3 is ook een bandbreedte gegeven van het totale aantal, mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van alternatief 1 en alternatief 2 zijn geheid. Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord (de resultaten voor de twee paalposities zijn daarbij gemiddeld). Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend

is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord.

Tabel 3-3 Effecten van heien voor de aanleg van kavel III van windpark Borssele op het gedrag van gewone zeehonden. Weergegeven is het voor de twee onderzochte windcondities gemiddelde aantal zeehonden die zich bij aanvang van de hei-activiteiten binnen de contour kunnen bevinden waar de grenswaarde voor mijding wordt overschreden. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 8.000 dieren.

	Alternatief 1 (38 turbines)		Alternatief 2 (95 turbines)	
	hei-energie 3.000 kJ		hei-energie 1.000 kJ	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Zeehonden binnen contour (n)	2,4	2,1	0,6	0,5
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,03	0,03	0,01	0,01
Dierverstoringsdagen (n)	90	80	55	47
Totaal aantal zeehonden verstoord	2 – 85		1 – 51	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,03 – 1,06		0,01 – 0,64	

De conclusie is dat effecten van heigeluid bij de aanleg van windpark Borssele op gewone zeehonden op populatieniveau om de volgende redenen zijn uit te sluiten:

- Kavel III van het windpark Borssele ligt relatief ver van de kust, waar de zeehondendichtheid laag is; het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden is daarom gering;
- De omvang van het beïnvloede gebied is gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd;
- Het effect is tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Voor grijze zeehonden konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeiende) populatie grijze zeehonden in Nederland is echter kleiner dan die van gewone zeehonden (ca. 3.400 in 2012, Strucker et al. 2013). Wanneer uitgegaan wordt van een vergelijkbare ruimtelijke verspreiding als bij gewone zeehonden zullen minder dan 2 (alternatief 1) of minder dan 1 (alternatief 2) grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is dat de werkelijke aantallen nog lager zullen zijn, omdat buiten 20 km van de kust dichtheden Grijze zeehonden zeer laag zijn (lager dan Gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

Effecten op het gehoor van zeehonden

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van zeehonden is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied van windpark Borssele voorkomende diepte van 35 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Zeehonden reageren naar verwachting minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen en kunnen sneller zwemmen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden. Zij houden zich bovendien vooral dichtbij hun ligplaatsen in de Waddenzee en het Deltagebied op. Uit de berekeningen blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van Borssele, zonder dat een geluidsnorm wordt toegepast, al verwaarloosbaar klein is (maximaal 0,5 km^2). Het is vrijwel uitgesloten dat zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden een zeehond binnen deze contour bevindt.

3.3 EFFECTEN OP NATURA 2000-GEBIEDEN

Effecten van de aanleg en exploitatie van het windpark Borssele zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwater geluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden en
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

Deze paragraaf bevat de toetsing van de, in de eerdere hoofdstukken beschreven en nader geanalyseerde effecten van onderwatergeluid op bruinvissen en zeehonden aan de instandhoudingsdoelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden.

3.3.1 Waddenzee

In het Natura 2000-gebied Waddenzee gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond (Tabel 3-4). Voor beide soorten betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de grijze zeehond zou dat moeten leiden tot het behoud van de populatie en voor de gewone zeehond tot een uitbreiding van de populatie.

Tabel 3-4 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Waddenzee

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee. Er is daarom

geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Waddenzee instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de Waddenzee (en Noordzeekustzone) dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt (Brasseur et al. 2008; Aarts et al. 2013). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Waddenzee kunnen daarom worden uitgesloten.

3.3.2 Noordzeekustzone

In het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren instandhoudingsdoelstellingen. Deze zijn in Tabel 3-5 samengevat.

Tabel 3-5 Instandhoudingsdoelstelingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Noordzeekustzone

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
bruinvis	behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt (externe werking). Voor de gewone en grijze **zeehonden** waarvoor in de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de (Waddenzee en) Noordzeekustzone dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt. De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Noordzeekustzone kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor **bruinvissen** ligt het door heigeluid verstoorde gebied op grote afstand van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone waardoor er geen overlap met het verstoorde gebied is. De kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed (directe

externe werking). De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking).

Door de Nederlandse overheid is bepaald dat bij een jaarlijkse afname van de bruinvispopulatie door de aanleg van windparken op zee met meer dan 510 dieren (= 255 dieren per park) op het NCP significante effecten niet kunnen worden uitgesloten (zie § 2.3). Uit Tabel 3-6 is af te leiden dat deze waarde in alle seizoenen wordt overschreden als uitgegaan wordt van de opstelling volgens alternatief 2 (95 turbines van 4 MW). Als het park wordt aangelegd volgens alternatief 1 (38 turbines van 3 MW) wordt de waarde in de meeste gevallen ook overschreden. Alleen als tussen juni en december alle funderingen op de gunstigste paalpositie zouden worden geheid (paalpositie 2), is er geen overschrijding. Ook als voor alternatief 1 de voor de twee onderzochte posities berekende waarden in de periode met de kleinste effecten (sep – dec) worden gemiddeld, wordt de maximaal toelaatbare afname van 255 dieren nog met 9 dieren overschreden (= (356 + 172)/2 – 255).

De conclusie is dat bij de constructie van het windpark volgens beide alternatieven significante effecten op de bruinvispopulatie en daarmee op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone niet uit te sluiten.

Tabel 3-6 Voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel III van windpark Borssele in verschillende seizoenen (5 percentielwaarden = 5% kans op een grotere afname). Overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren is in rood weergegeven (significante effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten).

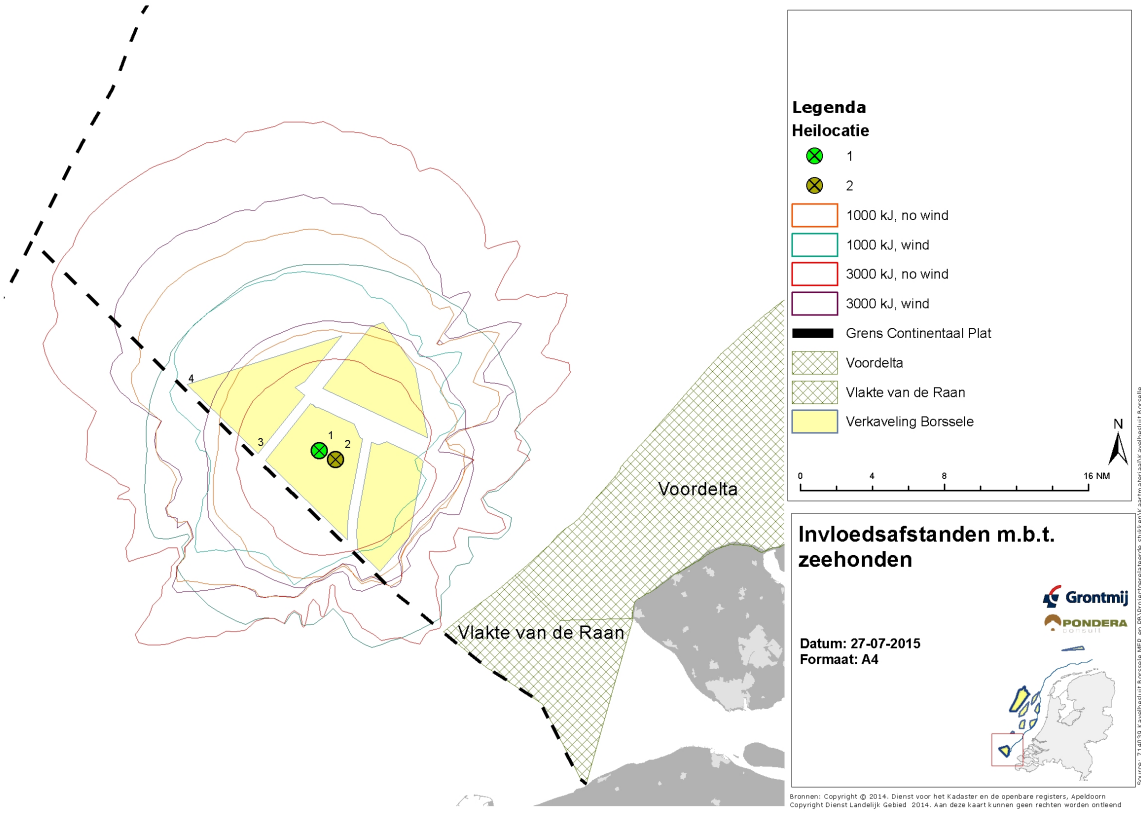
	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	max	min	max	min	max	min
alternatief 1	1.050	506	433	209	356	172
alternatief 2	1.575	773	649	319	534	262

3.3.3 Voordelta

In het Natura 2000-gebied Voordelta gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond. Voor de grijze zeehond betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de gewone zeehond is een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit van het leefgebied geformuleerd. Deze heeft betrekking op het zorgen voor meer rust op de droogvallende platen en zou moeten leiden tot een regionale Deltapopulatie van tenminste 200 exemplaren.

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Zelfs als wordt uitgegaan van heien zonder geluidsnorm ligt het verstoorde gebied in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Voordelta (Figuur 3-5). Er is daarom geen sprake van directe externe

werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Voordelta instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Voordelta kunnen daarom worden uitgesloten.



Figuur 3-5 Overlap van verstoringscontouren van zeehonden met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel III van windpark Borssele.

3.3.4 Oosterschelde

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Oosterschelde. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de

Oosterschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het verstoorde gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in de Oosterschelde kunnen daarom worden uitgesloten.

3.3.5 Vlakte van de Raan

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie Tabel 3-5). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie Tabel 3-5). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

Het voor gewone en grijze **zeehonden** verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (zie Figuur 3-5). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan kunnen daarom worden uitgesloten.

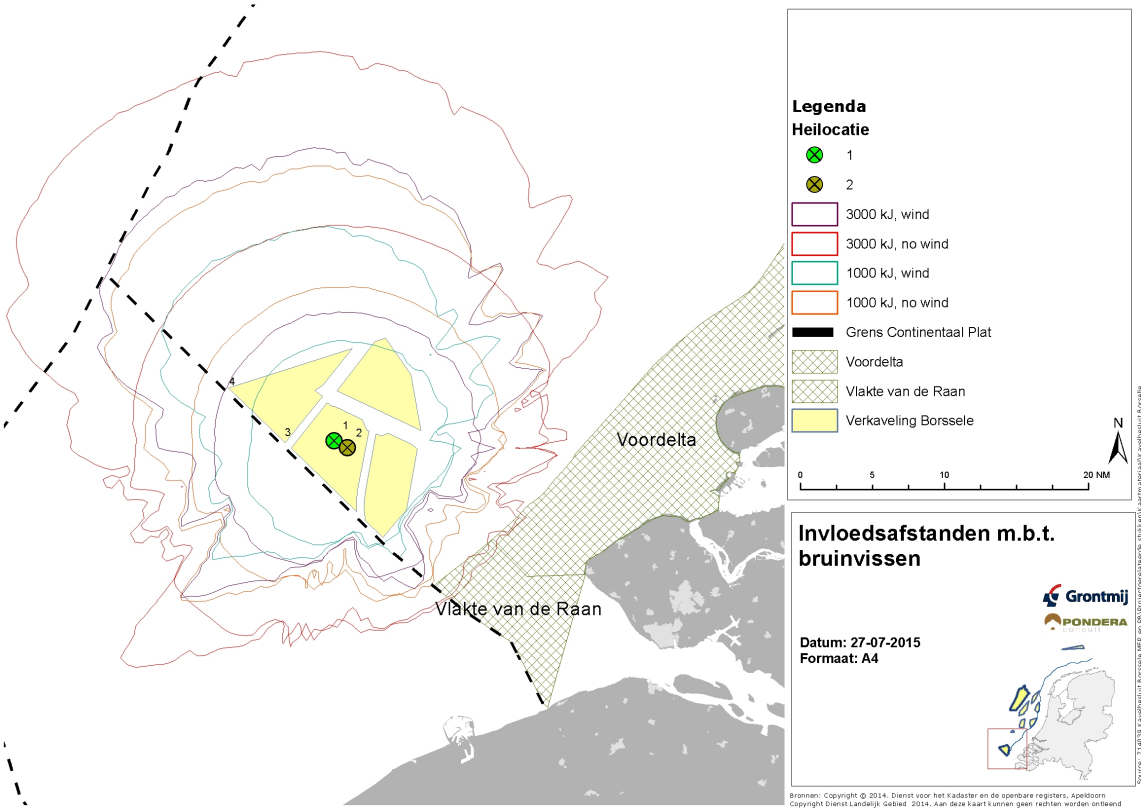
Voor **bruinvissen** is de maximale verstoringscontour groter dan die van de zeehond en overlapt bij de constructie van alternatief 1 onder windstille omstandigheden over 9 – 19 km^2 met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (Figuur 3-6). Het betreft 5 – 11 % van de totale

oppervlakte van het gebied. Hierdoor kan de kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis tijdens de constructie van het windpark onder bepaalde omstandigheden afnemen (directe externe werking). Dit effect wordt als niet significant beoordeeld, omdat:

- Het beïnvloede gebied zeer klein is;
- Windstilte op een zeer beperkt aantal dagen per jaar voorkomt;
- Het een tijdelijk effect betreft (38 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1);

Bij de constructie van alternatief 2 treedt geen overlap op.

De totale omvang van het foerageergebied buiten de Vlakte van de Raan neemt ook af (indirecte externe werking). Het effect van deze indirecte externe werking op de bruinvispopulatie is reeds beschouwd in § 3.3.2 bij de bespreking van de effecten op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en wordt op dezelfde wijze beoordeeld.



Figuur 3-6 Overlap van verstoringscontouren van bruinvissen met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel III van windpark Borssele.

3.3.6 Westerschelde & Saeftinghe

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale

oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Westerschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe kunnen daarom worden uitgesloten.

3.4 TOETSING FLORA- EN FAUNAWET

Tijdens de constructie van kavel III van het windpark Borssele treedt verstoring van gewone zeehonden, grijze zeehonden en bruinvissen op. Het verstoren van zeezoogdieren als gevolg van de constructie van een windpark kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 10 van de Flora- en faunawet en daarmee dus ook in de Wet Wind op Zee (2014). Uit de in voorgaande paragrafen opgenomen resultaten van berekeningen blijkt dat deze verstoring met name bij bruinvissen tot effecten op de populatie kan leiden. Daardoor is niet uit te sluiten dat de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de regionale (NCP) populaties in het geding is. Ontheffing kan alleen worden verkregen als geen afbreuk wordt gedaan aan de GSI van de soorten.

Voor zeehonden kunnen populatie-effecten worden uitgesloten, omdat:

- Het tijdelijke effecten betreft (38 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1 en 95 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 2);
- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is (zie Tabel 3-3);
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate breed is, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

De conclusie is dat voor gewone en grijze zeehonden de GSI niet in het geding is.

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de GSI van de bruinvispopulatie op het NCP, is de door de overheid vastgestelde maximaal toelaatbare jaarlijkse populatieafname van **255** dieren als criterium gebruikt. Wanneer de voorspelde jaarlijkse afname onder deze norm blijft, kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel III van windpark Borssele is opgenomen in Tabel 3-7 (zie Tabel 3-6 voor berekende waarden). Hieruit blijkt dat de GSI van de bruinvispopulatie alleen niet in het geding is als het windpark volgens alternatief 1 in zijn geheel op een ondiepe locatie kan worden aangelegd en als dat in de periode juni – december gebeurt, wanneer de bruinvisdichtheid relatief laag is. Effecten op de GSI zijn niet uit te sluiten als wordt uitgegaan van aanleg van alternatief 1 in het voorjaar of als het park volgens alternatief 2 wordt aangelegd.

De conclusie is dat in laatst genoemde gevallen constructie alleen mogelijk is als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af (zie verder hierna in § 3.5).

Tabel 3-7 Toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel III van windpark Borssele in verschillende seizoenen. Groen: gunstige staat van instandhouding niet in het geding; Rood: effecten op de gunstige staat van instandhouding niet uit te sluiten.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	max	min	max	min	max	min
alternatief 1						
alternatief 2						

3.5 MITIGERENDE MAATREGELEN

3.5.1 Overzicht mogelijkheden

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures en een lagere hei-energie.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

1. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of
2. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
3. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken.

Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door:

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten (zoals Borssele) voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen; voor kavel III kan dit tot een factor 2 in oppervlakte verstoord gebied verschillen (zie Tabel 3-1 en Tabel 3-2);
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;
- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping (bellenschermen e.d.).

Ad 2. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Ad 3. Het aantal impulsdagen beperken

Uit de analyses blijkt dat een 2,5-voudige toename van het aantal te heien funderingen van alternatief 2 t.o.v. alternatief 1 en daarmee het aantal impulsdagen sterker doorwerkt dan een drievoudige afname van de hei-energie. Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarvoor een hogere hei-energie nodig is, pakt dus gunstiger uit dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid. Het halen van een relatief lage geluidsnorm van 160 dB zal echter bij het gebruik van een hoge hei-energieën waarschijnlijk niet eenvoudig zijn. Uit, door TNO uitgevoerde berekeningen blijkt echter dat ook bij het hanteren van een hogere geluidsnorm effecten op de bruinvispopulatie waarschijnlijk aanvaardbaar zijn (Heinis & de Jong, 2015).

3.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende, in § 3.5.1 beschreven overwegingen zijn door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines met kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen windenergie Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per jaar per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Borssele vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met gedetailleerde locatiespecifieke verschillen tussen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Voor de andere windenergiegebieden waar de routekaart zal worden gerealiseerd zal opnieuw de geluidsnorm worden vastgesteld, met de randvoorwaarde dat ook daar de acceptabele grens van 255 dieren per windpark niet overschreden mag worden. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele

overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode[6]. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande Tabel 3-8.

Tabel 3-8 Normstelling voor windparken in gebied Borssele, met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Borssele I – IV	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)*		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
95 (hier onderzocht)	verboden	165	166
76	160	166	167
63	162	167	169
54	163	169	170
48	163	169	171
42	164	170	172
38 (hier onderzocht)	165	171	172

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel 3-9 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie Tabel 3-8). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van Kavel III, omdat het om de paalpositie met de in het kavel aanwezige maximale waterdiepte gaat (ca. 32 meter). In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel III niet groter zal worden dan 184 dieren (constructie van alternatief 2 in de periode juni – augustus). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) zal door de aanleg van kavel III van windpark Borssele voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

Tabel 3-9 Effecten van heien voor aanleggen van kavel III van het Borssele windpark (alternatief 1: 38 funderingen, alternatief 2: 95 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (38 turbines)	alternatief 2 (95 turbines)

[6] Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255 dieren te voorkomen (zie § 2.3). Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

	norm (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	165	16.188	179	n.v.t. *	0	0
jun - aug	171	15.359	170	165	16.720	184
sep – dec	172	14.402	159	166	15.865	175

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,6 km **PTS** kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,2 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel III (32 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 176 – 177 dB re 1 µPa^{2}s. Deze waarde ligt nog 4 tot 5 dB boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 172 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustisc Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

Gevolgen voor Nederlandse zeehondenpopulatie

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel III op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn (Tabel 3-3). Als dit wel gebeurt, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied kleiner zijn dan waarvan is uitgegaan. Hierdoor zullen de effecten zullen nog lager uitvallen dan in § 3.2.2 zijn beschreven. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, die ook zonder dat geluidsbeperkende maatregelen worden genomen al verwaarloosbaar is.

Effecten op Natura 2000-gebieden

Door toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm is uit te sluiten dat de kwaliteit van nabij gelegen Natura 2000-gebieden wordt beïnvloed. De verstoringscontouren overlappen namelijk niet met een van deze gebieden. Er is dus geen sprake van **directe externe werking**.

Voor **zeehonden** zal er via mogelijke effecten op de populatie ook geen sprake zijn van **indirecte externe werking**, omdat deze op grond van de berekeningen van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid al konden worden uitgesloten (zie § 3.3). Als de propagatie van het heigeluid wordt beperkt en daarmee de oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied, zal het effect op de zeehondenpopulatie nog kleiner worden.

Voor **bruinvissen** geleden instandhoudingsdoelstellingen voor de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Vlakte van de Raan. Er is sprake van **indirecte externe werking** als significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet kunnen worden uitgesloten. Dit is het geval als uit de berekeningen zou blijken dat door de constructie van kavel III van het Borssele windpark de bruinvispopulatie met meer dan 255 dieren afneemt. Uit Tabel 3-10 is af te leiden dat deze waarde in geen van de seizoenen wordt overschreden voor beide alternatieven.

Tabel 3-10 Voorspelde maximale afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel III van windpark Borssele in verschillende seizoenen bij toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)		
	jan - mei	jun – aug	sep – dec
alternatief 1	179	170	150
alternatief 2	0*	184	175

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

Toetsing Flora en faunawet

De Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) is voor **zeehonden** niet in het geding, omdat de geluidsnormen die zullen worden opgelegd om significant negatieve effecten op de bruinvispopulatie te voorkomen, tot gevolg hebben dat de reeds verwaarloosbare effecten op zeehonden nog kleiner zullen worden. Voor **bruinvissen** is de GSI niet in het geding, omdat de geluidsnormen erop zijn gericht dat de jaarlijkse afname van de bruinvispopulatie met grote zekerheid (95%) niet meer dan 1% zal bedragen voor een totale periode van 5 jaar (SER akkoord). Een effect op de GSI van de betreffende populatie kan daarmee met zekerheid worden uitgesloten.

4 Effecten van aanleg kavel IV van windenergiegebied Borssele

4.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de mogelijke effecten van heigeluid voor de aanleg van kavel IV van het windpark Borssele in twee alternatieve opstellingen. In dit kavel zijn voor twee verschillende locaties berekeningen uitgevoerd, te weten paalpositie 3 en 4, beide met een waterdiepte van ca. 29 m (zie Figuur 2-1 voor locaties). De paalposities en alternatieven zijn zo gekozen dat de weergegeven resultaten naar verwachting de maximale bandbreedte weergeven van mogelijke effecten van de aanleg van windturbines in dit kavel. De mogelijke effecten op de populaties van bruinvissen en zeehonden worden in § 4.2 beschreven. De toetsing van de effecten van het heien van funderingen in kavel IV aan de Natura 2000-doelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden is opgenomen in § 4.3, waarna in § 4.4 wordt getoetst aan de Flora- en faunawet.

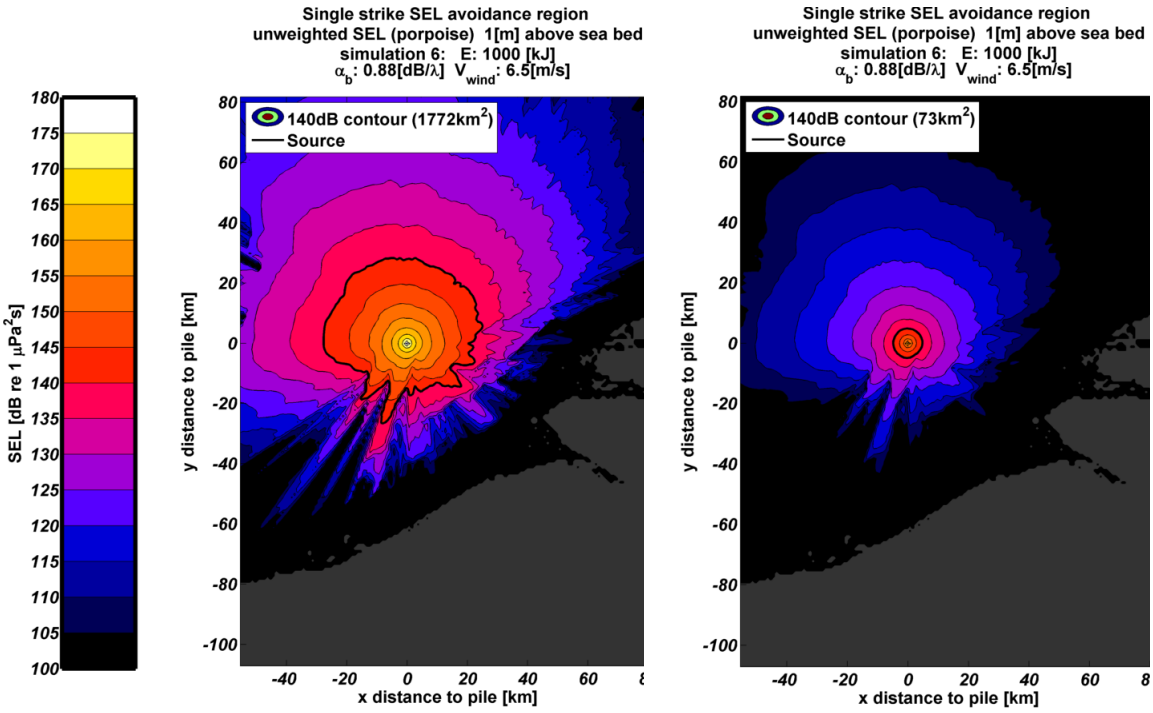
4.2 EFFECTEN OP POPULATIES VAN ZEEZOOGDIEREN

4.2.1 Bruinvis

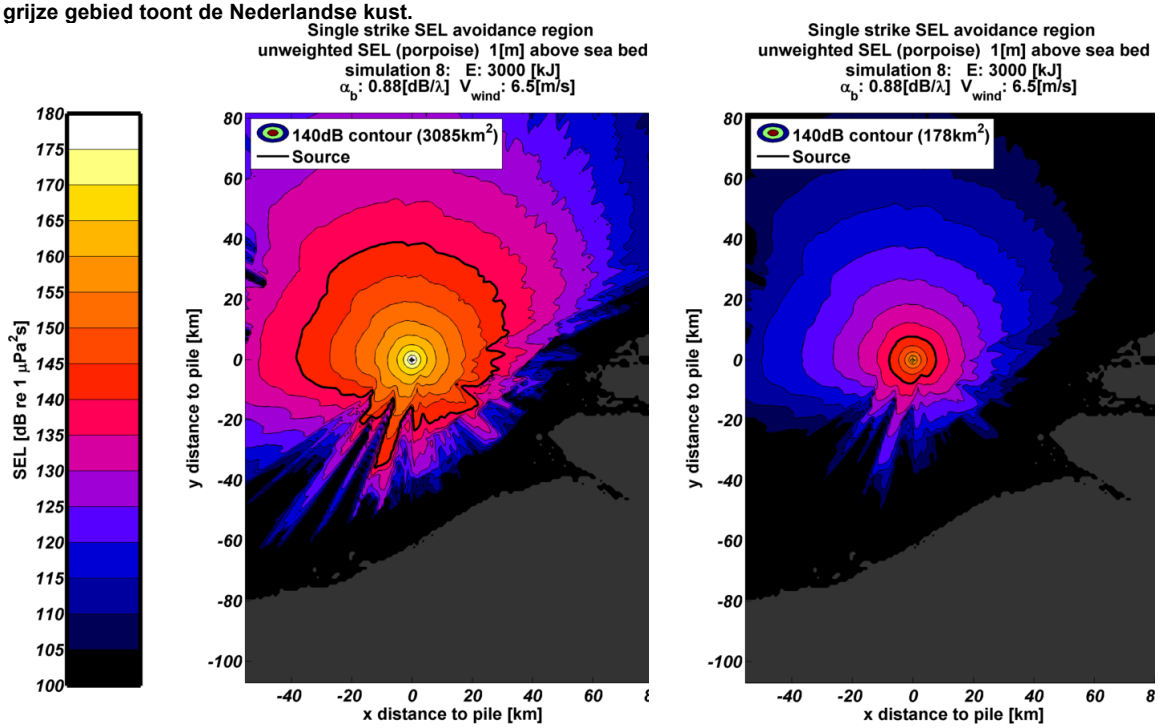
Effecten op het gedrag van bruinvissen

Voorbeelden van de door TNO berekende verdeling van het, voor bruinvissen relevante geluid tijdens het heien voor kavel IV van het windpark Borssele op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 4-1 (1.000 kJ) en in Figuur 4-2 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor bruinvissen wordt overschreden.

Uit de figuren is af te leiden dat tijdens het heien van kavel IV van windpark Borssele bij gemiddelde windsnelheden voor bruinvissen 73 – 1.772 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 178 – 3.085 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen niet worden gehaald als een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte, voor bruinvissen verstoord gebied zal in dat geval tussen 473 km^2 (alternatief 2, 95 funderingen) en 1.182 km^2 komen te liggen (alternatief 1, 38 funderingen). Dit is in het seizoen (september – december) waarin de minst strenge norm van kracht is (zie Tabel 4-8).



Figuur 4-1 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 4 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor bruinvissen. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 4-2 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 4 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 4-1.

De berekende effecten van de constructie van kavel IV op de bruinvispopulatie van de Noordzee en het NCP zijn opgenomen in Tabel 4-1 en Tabel 4-2. Bij deze berekeningen is ervan uitgegaan dat, met uitzondering van een 'soft start' procedure[7] geen geluidsbeperkende maatregelen worden getroffen.

Tabel 4-1 Schatting van de gevolgen van heien zonder geluidsreducerende maatregelen voor de aanleg van alternatief 1 (38 funderingen met hei-energie 3.000 kJ) voor kavel IV van offshore windpark Borssele voor de bruinvispopulatie op de Noordzee en op het NCP in verschillende seizoenen. Weergegeven zijn de effecten van heien op paalpositie 3 en paalpositie 4, beide met een waterdiepte van ca. 29 m. Rood: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname. N.B. Er is geen rekening gehouden met eventuele populatie-effecten van permanente effecten op het gehoor (PTS).

Alternatief 1 (38 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4
Effecten totaal						
Gem. oppervlak verstoord (km^2)	3.161	4.271	3.161	4.271	3.161	4.271
Bruinvissen binnen contour (n)	3.711	5.014	1.530	2.067	1.258	1.700
Dierverstoringsdagen (NCP+BCP+ECP)	141.019	190.538	58.137	78.552	47.807	64.595
Populatiereductie totaal	1555	2101	641	866	527	712
Effecten NCP						
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	2.016	2.021	2.016	2.021	2.016	2.021
Bruinvissen binnen contour (n)	2.366	2.373	976	978	802	804
Dierverstoringsdagen	89.915	90.161	37.069	37.170	30.482	30.566
Populatiereductie NCP	992	994	409	410	336	337

Tabel 4-2 Als Tabel 3-1 voor alternatief 2 (95 funderingen met hei-energie 1.000 kJ)

Alternatief 2 (95 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4
Effecten totaal						
Gem. oppervlak verstoord (km^2)	1.764	2.339	1.764	2.339	1.764	2.339
Bruinvissen binnen contour (n)	2.070	2.745	854	1.132	702	931
Dierverstoringsdagen (NCP+BCP+ECP)	196.683	260.813	81.086	107.524	66.678	88.419
Populatiereductie totaal	2169	2875	894	1186	735	975
Effecten NCP						
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	1.162	1.242	1.162	1.242	1.162	1.242
Bruinvissen binnen contour (n)	1.364	1.458	562	601	462	494
Dierverstoringsdagen	129.598	138.464	53.429	57.084	43.935	46.941
Populatiereductie NCP	1429	1527	589	630	485	518

Uit de resultaten blijkt:

- De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op paalpositie 1 wordt geheid; de reductie bedraagt dan 1.527 dieren (5-percentiel). Voor alternatief 1 is dit 994 dieren (5-percentiel). Dit komt overeen met een afname van de populatie op het NCP met 1,9% (alternatief 1) en 3,0% (alternatief

[7] De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

2). voor de totale Noordzeepopulatie is dit respectievelijk 0,4% (alternatief 1) en 0,7% (alternatief 2).

- Effecten op de bruinvispopulatie zijn voor alternatief 2 ongeveer 50% groter dan voor alternatief 1; hieruit is af te leiden dat een 2,5-voudige toename van het aantal funderingen, en daarmee van het aantal bruinverstoringsdagen, sterker doorwerkt dan een drievoudige afname van de hei-energie (effect op oppervlakte verstoord gebied);
- In dit gedeelte van de Noordzee kan de heilocatie een belangrijke bepalende factor vormen voor de omvang van het uiteindelijke effect: op paalpositie 1 is het effect ongeveer tweemaal zo groot als op paalpositie 2.
- Verder is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (op het NCP maximaal 337 dieren voor alternatief 1 en 518 dieren voor alternatief 2), omdat de bruinvisdichtheid dan relatief laag is; in het voorjaar zijn de maximale effecten ongeveer driemaal zo groot.
- Tenslotte is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) in alle gevallen wordt overschreden.

Effecten op het gehoor van bruinvissen

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied van windpark Borssele voorkomende diepte van 35 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,6 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,2 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

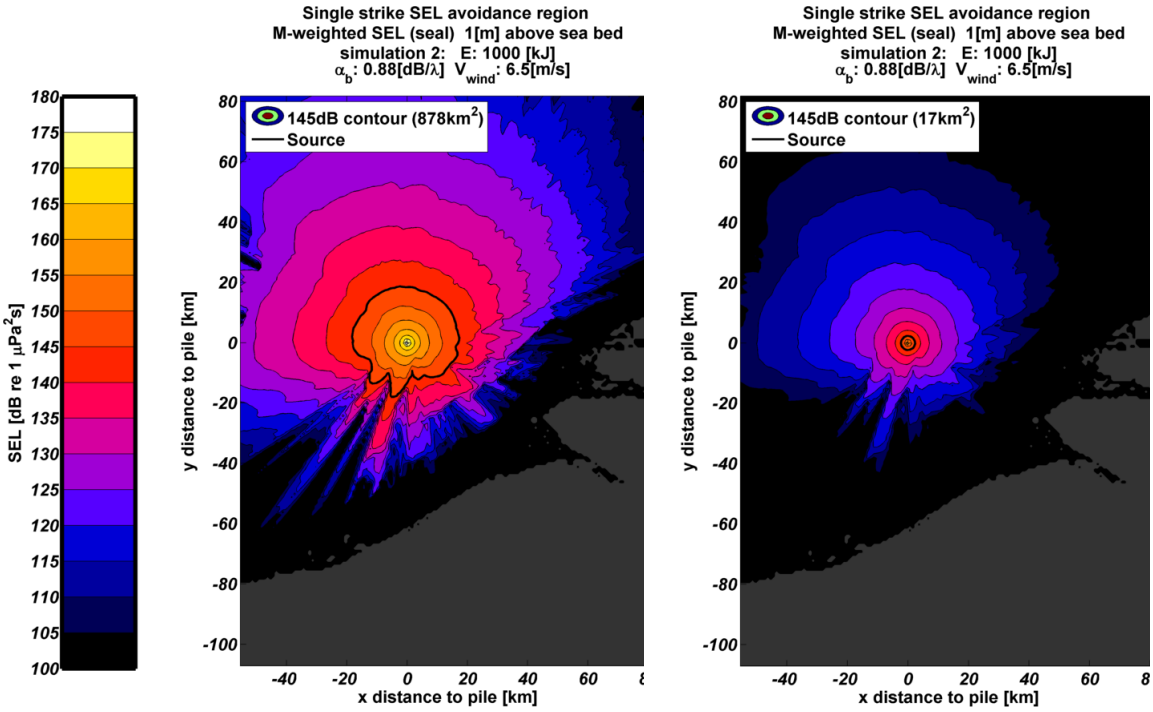
4.2.2 Zeehonden

Effecten op het gedrag van zeehonden

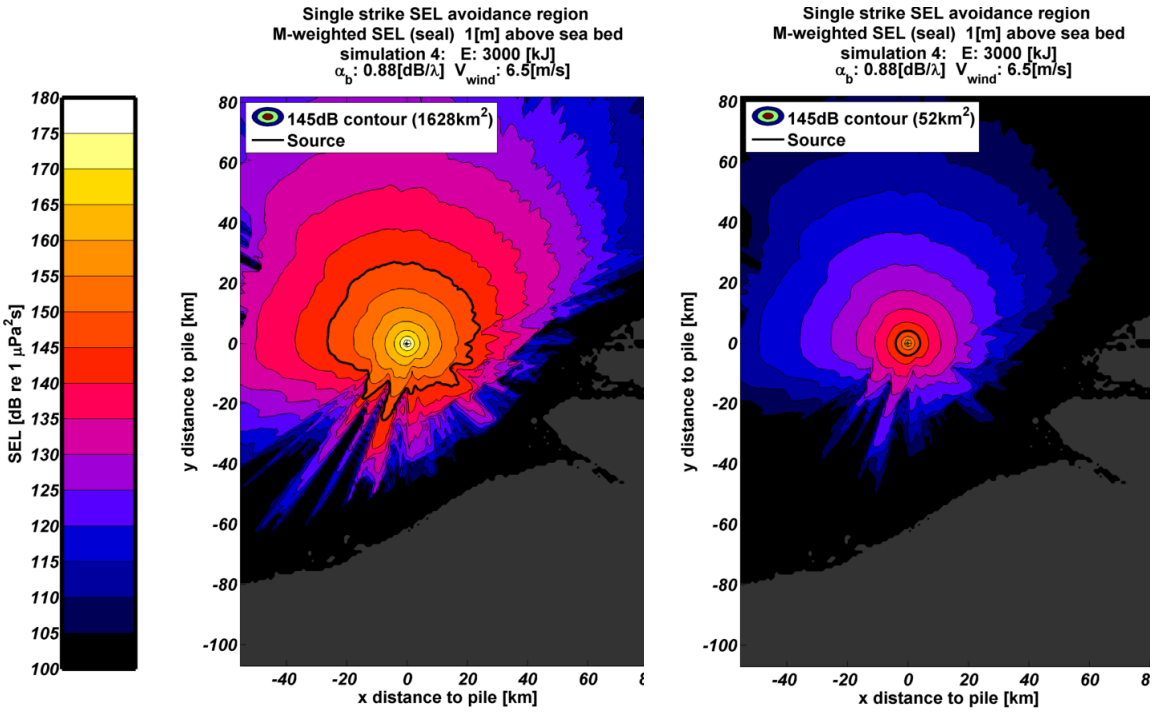
Voor zeehonden ontstaat in de uren dat rond de heilocatie wordt geheid een kleinere verstoringscontour dan die van bruinvissen, omdat zeehonden minder gevoelig op onderwatergeluid reageren (zie TNO-notitie in bijlage 1). Voorbeelden van de door TNO berekende verdeling van het, voor zeehonden relevante geluid tijdens het heien voor kavel IV van het windpark Borssele op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 4-3 (1.000 kJ) en in Figuur 4-4 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de

meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor zeehonden wordt overschreden.

Uit de figuren is af te leiden dat tijdens het heien van kavel IV van windpark Borssele bij gemiddelde windsnelheden voor zeehonden 17 – 878 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 52 – 1.628 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen echter niet worden gehaald, omdat een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied zal daardoor aanzienlijk kleiner zijn.



Figuur 4-3 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 4 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor zeehonden. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 4-4 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 4 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 4-3.

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbeperkende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij de constructie van kavel IV van het windpark Borssele voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabel 3-3. Maximaal gaat het om 1 zeehond die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 1) of om minder dan 1 zeehond (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om maximaal 0,02% (alternatief 1) of om 0,01% (alternatief 2) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 1 vergelijkbaar met dat van alternatief 2. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven.

In Tabel 4-3 is ook een bandbreedte gegeven van het totale aantal, mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van alternatief 1 en alternatief 2 zijn geheid. Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord (de resultaten voor de twee paalposities zijn daarbij gemiddeld). Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend

is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord.

Tabel 4-3 Effecten van heien voor de aanleg van kavel IV van windpark Borssele op het gedrag van gewone zeehonden. Weergegeven is het voor de twee onderzochte windcondities gemiddelde aantal zeehonden die zich bij aanvang van de hei-activiteiten binnen de contour kunnen bevinden waar de grenswaarde voor mijding wordt overschreden. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 8.000 dieren.

	Alternatief 1 (38 turbines)		Alternatief 2 (95 turbines)	
	hei-energie 3.000 kJ		hei-energie 1.000 kJ	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Zeehonden binnen contour (n)	1	1	0	0
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,02	0,01	0,00	0,01
Dierverstoringsdagen (n)	50	35	37	45
Totaal aantal zeehonden verstoord	1 – 43		0 – 41	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,01 – 0,5		0,01 – 0,5	

De conclusie is dat effecten van heigeluid bij de aanleg van windpark Borssele op gewone zeehonden op populatieniveau om de volgende redenen zijn uit te sluiten:

- Kavel IV van het windpark Borssele ligt relatief ver van de kust, waar de zeehondendichtheid laag is; het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden is daarom gering;
- De omvang van het beïnvloede gebied is gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd;
- Het effect is tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Voor grijze zeehonden konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeiende) populatie grijze zeehonden in Nederland is echter kleiner dan die van gewone zeehonden (ca. 3.400 in 2012, Strucker et al. 2013). Wanneer uitgegaan wordt van een vergelijkbare ruimtelijke verspreiding als bij gewone zeehonden is de kans dat een grijze zeehond zich binnen de verstoringscontour bevindt zeer klein: voor beide alternatieven is berekend dat het om minder dan 1 grijze zeehond gaat. De verwachting is dat het werkelijke aantal nog lager zal zijn, omdat de dichtheden van Grijze zeehonden buiten 20 km van de kust zeer laag zijn (lager dan Gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

Effecten op het gehoor van zeehonden

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van zeehonden is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied van windpark Borssele voorkomende diepte van 35 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Zeehonden reageren naar verwachting minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen en kunnen sneller zwemmen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden. Zij houden zich bovendien vooral dichtbij hun ligplaatsen in de Waddenzee en het Deltagebied op. Uit de berekeningen blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van Borssele, zonder dat een geluidsnorm wordt toegepast, al verwaarloosbaar klein is (maximaal 0,5 km^2). Het is vrijwel uitgesloten dat zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden een zeehond binnen deze contour bevindt.

4.3 EFFECTEN OP NATURA 2000-GEBIEDEN

Effecten van de aanleg en exploitatie van het windpark Borssele zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwater geluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden en
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

Deze paragraaf bevat de toetsing van de, in de eerdere hoofdstukken beschreven en nader geanalyseerde effecten van onderwatergeluid op bruinvissen en zeehonden aan de instandhoudingsdoelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden.

4.3.1 Waddenzee

In het Natura 2000-gebied Waddenzee gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond (Tabel 3-4). Voor beide soorten betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de grijze zeehond zou dat moeten leiden tot het behoud van de populatie en voor de gewone zeehond tot een uitbreiding van de populatie.

Tabel 4-4 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Waddenzee

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee. Er is daarom

geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Waddenzee instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de Waddenzee (en Noordzeekustzone) dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt (Brasseur et al. 2008; Aarts et al. 2013). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Waddenzee kunnen daarom worden uitgesloten.

4.3.2 Noordzeekustzone

In het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren instandhoudingsdoelstellingen. Deze zijn in Tabel 4-5 samengevat.

Tabel 4-5 Instandhoudingsdoelstelingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Noordzeekustzone

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
bruinvis	behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt (externe werking). Voor de gewone en grijze **zeehonden** waarvoor in de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de (Waddenzee en) Noordzeekustzone dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt. De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Noordzeekustzone kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor **bruinvissen** ligt het door heigeluid verstoorde gebied op grote afstand van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone waardoor er geen overlap met het verstoorde gebied is. De kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed (directe

externe werking). De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking).

Door de Nederlandse overheid is bepaald dat bij een jaarlijkse afname van de bruinvispopulatie door de aanleg van windparken op zee met meer dan 510 dieren (= 255 dieren per park) op het NCP significante effecten niet kunnen worden uitgesloten (zie § 2.3). Uit Tabel 4-6 is af te leiden dat deze waarde bij de constructie van beide alternatieven in alle seizoenen wordt overschreden. De conclusie is dat bij de constructie van het windpark volgens beide alternatieven significante effecten op de bruinvispopulatie en daarmee op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone niet zijn uit te sluiten.

Tabel 4-6 Voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel IV van windpark Borssele in verschillende seizoenen (5 percentielwaarden = 5% kans op een grotere afname). Overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren is in rood weergegeven (significante effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten).

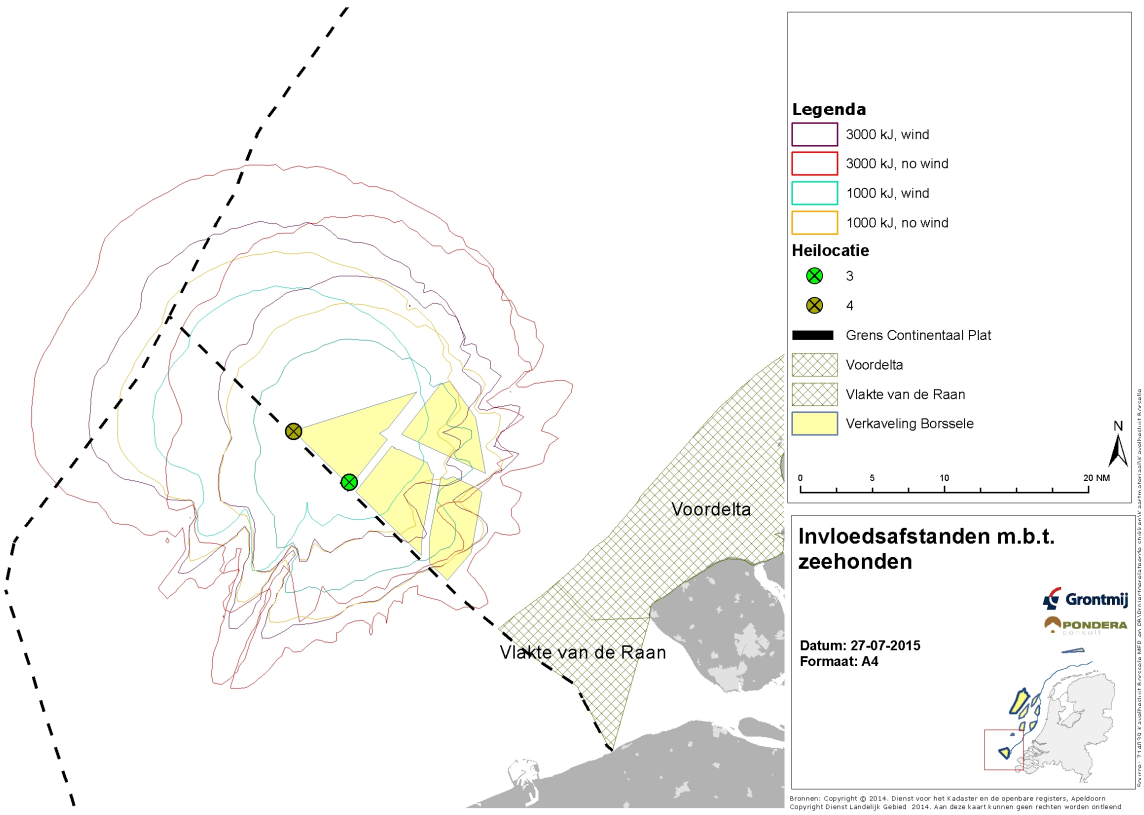
	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	max	min	max	min	max	min
alternatief 1	992	994	409	410	336	337
alternatief 2	1429	1527	589	630	485	518

4.3.3 Voordelta

In het Natura 2000-gebied Voordelta gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond. Voor de grijze zeehond betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de gewone zeehond is een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit van het leefgebied geformuleerd. Deze heeft betrekking op het zorgen voor meer rust op de droogvallende platen en zou moeten leiden tot een regionale Deltapopulatie van tenminste 200 exemplaren.

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Zelfs als wordt uitgegaan van heien zonder geluidsnorm ligt het verstoorde gebied in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Voordelta (Figuur 4-5). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Voordelta instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en

weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Voordelta kunnen daarom worden uitgesloten.



Figuur 4-5 Overlap van verstoringscontouren van zeehonden met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel IV van windpark Borssele.

4.3.4 Oosterschelde

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Oosterschelde. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Oosterschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het verstoorde gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en

kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in de Oosterschelde kunnen daarom worden uitgesloten.

4.3.5 Vlakte van de Raan

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie Tabel 3-5). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie Tabel 3-5). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

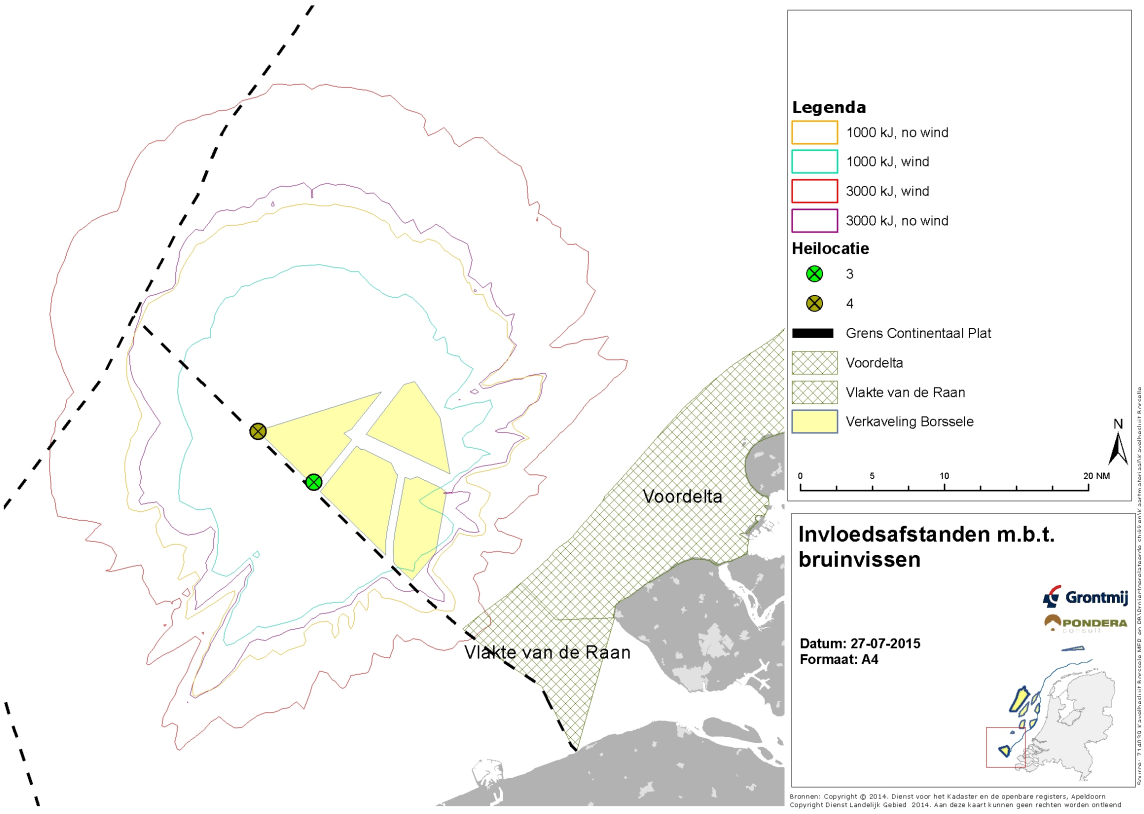
Het voor gewone en grijze **zeehonden** verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (zie Figuur 4-5). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor **bruinvissen** is de maximale verstoringscontour groter dan die van de zeehond en overlapt bij de constructie van alternatief 1 onder windstille omstandigheden over maximaal 6 km^2 met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (Figuur 4-6). Het betreft 3,4 % van de totale oppervlakte van het gebied. Hierdoor kan de kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis tijdens de constructie van het windpark onder bepaalde omstandigheden afnemen (directe externe werking). Dit effect wordt als niet significant beoordeeld, omdat:

- Het beïnvloede gebied zeer klein is;
- Windstilte op een zeer beperkt aantal dagen per jaar voorkomt;
- Het een tijdelijk effect betreft (38 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1);

Bij de constructie van alternatief 2 treedt geen overlap op.

De totale omvang van het foerageergebied buiten de Vlakte van de Raan neemt ook af (indirecte externe werking). Het effect van deze indirecte externe werking op de bruinvispopulatie is reeds beschouwd in § 4.3.2 bij de bespreking van de effecten op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en wordt op dezelfde wijze beoordeeld.



Figuur 4-6 Overlap van verstoringscontouren van bruinvissen met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel IV van windpark Borssele.

4.3.6 Westerschelde & Saeftinghe

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Westerschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die

voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe kunnen daarom worden uitgesloten.

4.4 TOETSING FLORA- EN FAUNAWET

Tijdens de constructie van kavel IV van het windpark Borssele treedt verstoring van gewone zeehonden, grijze zeehonden en bruinvissen op. Het verstoren van zeezoogdieren als gevolg van de constructie van een windpark kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 10 van de Flora- en faunawet en daarmee dus ook in de Wet Wind op Zee (2014). Uit de in voorgaande paragrafen opgenomen resultaten van berekeningen blijkt dat deze verstoring met name bij bruinvissen tot effecten op de populatie kan leiden. Daardoor is niet uit te sluiten dat de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de regionale (NCP) populaties in het geding is. Ontheffing kan alleen worden verkregen als geen afbreuk wordt gedaan aan de GSI van de soorten.

Voor zeehonden kunnen populatie-effecten worden uitgesloten, omdat:

- Het tijdelijke effecten betreft (38 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1 en 95 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 2);
- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is (zie Tabel 4-3);
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate breed is, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

De conclusie is dat voor gewone en grijze zeehonden de GSI niet in het geding is.

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de GSI van de bruinvispopulatie op het NCP, is de door de overheid vastgestelde maximaal toelaatbare jaarlijkse populatieafname van **255** dieren als criterium gebruikt. Wanneer de voorspelde jaarlijkse afname onder deze norm blijft, kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel IV van windpark Borssele is opgenomen in Tabel 4-8 (zie Tabel 4-6 voor berekende waarden). Hieruit blijkt dat de GSI van de bruinvispopulatie bij de constructie van beide alternatieven van kavel IV alleen in het geding is en dat effecten op de GSI dus niet zijn uit te sluiten.

Dit betekent dat de constructie van een windpark in kavel IV alleen mogelijk is als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af (zie verder hierna in § 4.5).

Tabel 4-7 Toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel IV van windpark Borssele in verschillende seizoenen. Groen: gunstige staat van instandhouding niet in het geding; Rood: effecten op de gunstige staat van instandhouding niet uit te sluiten.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	max	min	max	min	max	min
alternatief 1						
alternatief 2						

4.5 MITIGERENDE MAATREGELEN

4.5.1 Overzicht mogelijkheden

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures en een lagere hei-energie.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

4. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of
5. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
6. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken.

Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door:

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten (zoals Borssele) voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen; in het plangebied voor kavel IV is de variatie in de waterdiepte relatief gering; door nabijgelegen, ondiepere zandbanken wordt het geluid op paalpositie 3 echter minder gedempt, wat tot een vermindering van oppervlakte verstoord gebied met een factor 1,3 in leidt (zie Tabel 4-1 en Tabel 4-2);
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;

- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping (bellenschermen e.d.).

Ad 2. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Ad 3. Het aantal impulsdagen beperken

Uit de analyses blijkt dat een 2,5-voudige toename van het aantal te heien funderingen van alternatief 2 t.o.v. alternatief 1 en daarmee het aantal impulsdagen sterker doorwerkt dan een drievoudige afname van de hei-energie. Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarvoor een hogere hei-energie nodig is, pakt dus gunstiger uit dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid. Het halen van een relatief lage geluidsnorm van 160 dB zal echter bij het gebruik van een hoge hei-energieën waarschijnlijk niet eenvoudig zijn. Uit, door TNO uitgevoerde berekeningen blijkt echter dat ook bij het hanteren van een hogere geluidsnorm effecten op de bruinvispopulatie waarschijnlijk aanvaardbaar zijn (Heinis & de Jong, 2015).

4.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende, in § 4.5.1 beschreven overwegingen zijn door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines met kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen windenergie Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per jaar per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Borssele vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met gedetailleerde locatiespecifieke verschillen tussen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Voor de andere windenergiegebieden waar de routekaart zal worden gerealiseerd zal opnieuw de geluidsnorm worden vastgesteld, met de randvoorwaarde dat ook daar de acceptabele grens van 255 dieren per windpark niet overschreden mag worden. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode[8]. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande Tabel 4-8.

[8] Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255

Tabel 4-8 Normstelling voor windparken in gebied Borssele, met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Borssele I – IV	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)*		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
95 (hier onderzocht)	verboden	165	166
76	160	166	167
63	162	167	169
54	163	169	170
48	163	169	171
42	164	170	172
38 (hier onderzocht)	165	171	172

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel 4-9 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie Tabel 4-9). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van Kavel IV, omdat het om de paalpositie met de in het kavel aanwezige maximale waterdiepte gaat (ca. 29 meter). In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel IV niet groter zal worden dan 207 dieren (constructie van alternatief 1 in de periode juni – augustus). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) zal door de aanleg van kavel IV van windpark Borssele voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

Tabel 4-9 Effecten van heien voor aanleggen van kavel IV van het Borssele windpark (alternatief 1: 38 funderingen, alternatief 2: 95 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (38 turbines)			alternatief 2 (95 turbines)		
	norm (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	165	17.898	197	n.v.t. *	0	0
jun - aug	171	18.810	207	165	18.430	203
sep – dec	172	17.860	197	166	17.860	197

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

dieren te voorkomen (zie § 2.3). Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,6 km **PTS** kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,2 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de paalpositie van kavel IV met het grootste verstoringsoppervlak (paalpositie 4) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 177 – 178 dB re 1 μPa^2s. Deze waarde ligt nog 5 tot 6 dB boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 172 dB re 1 μPa^2s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustisc Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

Gevolgen voor de Nederlandse zeehondenpopulatie

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel IV op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn (Tabel 4-3). Als dit wel gebeurt, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied kleiner zijn dan waarvan is uitgegaan. Hierdoor zullen de effecten zullen nog lager uitvallen dan in § 3.2.2 zijn beschreven. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, die ook zonder dat geluidsbeperkende maatregelen worden genomen al verwaarloosbaar is.

Effecten op Natura 2000-gebieden

Door toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm is uit te sluiten dat de kwaliteit van nabij gelegen Natura 2000-gebieden wordt beïnvloed. De verstoringscontouren overlappen namelijk niet met een van deze gebieden. Er is dus geen sprake van **directe externe werking**.

Voor **zeehonden** zal er via mogelijke effecten op de populatie ook geen sprake zijn van **indirecte externe werking**, omdat deze op grond van de berekeningen van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid al konden worden uitgesloten (zie § 4.3). Als de propagatie van het heigeluid wordt beperkt en daarmee de oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied, zal het effect op de zeehondenpopulatie nog kleiner worden.

Voor **bruinvissen** geleden instandhoudingsdoelstellingen voor de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Vlakte van de Raan. Er is sprake van **indirecte externe werking** als significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet kunnen worden uitgesloten. Dit is het geval als uit de berekeningen zou blijken dat door de constructie van kavel IV van het Borssele windpark de bruinvispopulatie met meer dan 255 dieren afneemt. Uit Tabel 4-10 is af te leiden dat deze waarde in geen van de seizoenen wordt overschreden voor beide alternatieven.

Tabel 4-10 Voorspelde maximale afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel IV van windpark Borssele in verschillende seizoenen bij toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)		
	jan - mei	jun – aug	sep – dec
alternatief 1	197	207	197
alternatief 2	0*	203	197

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

Toetsing Flora en faunawet

De Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) is voor **zeehonden** niet in het geding, omdat de geluidsnormen die zullen worden opgelegd om significant negatieve effecten op de bruinvispopulatie te voorkomen, tot gevolg hebben dat de reeds verwaarloosbare effecten op zeehonden nog kleiner zullen worden. Voor **bruinvissen** is de GSI niet in het geding, omdat de geluidsnormen erop zijn gericht dat de jaarlijkse afname van de bruinvispopulatie met grote zekerheid (95%) niet meer dan 1% zal bedragen voor een totale periode van 5 jaar (SER akkoord). Een effect op de GSI van de betreffende populatie kan daarmee met zekerheid worden uitgesloten.

5 Cumulatieve effecten

5.1 AFBAKENING

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van (de constructie van) windparken op zee. Dit betekent dat mogelijke effecten van continu geluid (w.o. scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, explosies en seismische surveys voor olie en gas) buiten beschouwing zijn gebleven.

5.2 CUMULATIEVE EFFECTEN IN ÉÉN JAAR (KAVEL III EN IV, MERMAID)

5.2.1 Scenario's

Voor het verkrijgen van een indruk van de cumulatieve effecten van de constructie van de in kavel III en IV gelegen delen van het windpark Borssele op de zeezoogdieren van het NCP met andere initiatieven zijn de volgende scenario's beschouwd:

- Borssele: 2 parken in de periode januari – mei, geen overlap in verstoringscontouren (dat betekent 1 paal per 24 uur, dus om en om)
- Borssele: 1 park in de periode januari – mei, 1 in de periode september – december (verschillende volgorde)
- Borssele: 2 parken in de periode september - december

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor in het voorjaar zullen plaatsvinden (*worst case*). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid[9], bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de hei-energie 2.000 kJ bedraagt (aanname TNO). Verder is aangenomen dat 45% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt.

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er *worst case* van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringoppervlakten (waarddoor het totale aantal dierverstoringsdagen afneemt). Feitelijk is dit een onrealistische situatie; gelijktijdige aanleg van kavel III en IV volgens alternatief 2 in 1 seizoen past bijvoorbeeld niet (= totaal 6,3 maand ervan uitgaande dat er nooit op dezelfde dag wordt geheid) en al helemaal niet als dan ook voor Mermaid wordt geheid. Als de twee Borssele windparken in hetzelfde seizoen precies gelijktijdig zouden worden aangelegd en op één dag dus 2 funderingen zouden worden geheid, ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elk contour een dag 'blijft staan' (zie uitgangspunten in § 2.2). In dat geval

[9] Er is voor dit park gekozen, omdat de effecten van de constructie daarvan op de bruinvispopulatie naar verwachting het grootst zullen zijn. Dit heeft met de gemiddelde waterdiepte op de planlocatie te maken die van alle geplande parken op het BCP het grootst is. Het betreft dus een *worst case*.

neemt het totale aantal dierverstoringsdagen met 24% af voor alternatief 1 en met 22% voor alternatief 2.

5.2.2 Effecten op bruinvis

De resultaten van de berekening van de effecten van heigeluid op bruinvissen door het in één jaar aanleggen van 2 kavels van het windpark Borssele in twee alternatieve opstellingen en het windpark Mermaid in België (basisscenario) zijn opgenomen in Tabel 5-1 en Tabel 5-2. Uit de resultaten blijkt dat het niet mogelijk is in één jaar drie windparken op of grenzend aan het NCP aan te leggen zonder dat de norm van de jaarlijks maximaal toelaatbare populatiereductie van 510 dieren wordt overschreden.

Tabel 5-1 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken (alternatief 1) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

				Dierverstorings dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
	jan- mei	sep – dec	impulsdagen		aantal dieren	% NCP
Borssele	III, IV		76	160.603	1.771	3,5
	III	IV	76	101.089	1.115	2,2
	IV	III	76	113.961	1.257	2,5
		III, IV	76	54.446	601	1,2
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			**minimaal**	**108.665**	**1.199**	**2,4**
			maximaal	**214.822**	**2.369**	**4,6**

Tabel 5-2 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken (alternatief 2) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

				Dierverstorings dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
	voorjaar	najaar	impulsdagen		aantal dieren	% NCP
Borssele	III, IV		190	240.487	2.651	5,2
	III	IV	190	151.894	1.675	3,3
	IV	III	190	170.121	1.876	3,7
		III, IV	190	81.528	899	1,8
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			**minimaal**	**135.746**	**1.497**	**2,9**
			maximaal	**294.705**	**3.249**	**6,4**

5.2.3 Effecten op zeehonden

Voor zeehonden zijn geen gegevens van verstoringscontouren voor het Belgische windpark Mermaid beschikbaar. Er is daarom uitgegaan van de resultaten van berekeningen die door TNO voor het aan Mermaid grenzende kavel IV zijn uitgevoerd. Daarbij zijn de gegevens van de twee onderzochte paalposities gemiddeld en is ook voor de twee onderzochte hei-energieën gemiddeld. Voor de bruinvis-berekeningen is voor Mermaid namelijk uitgegaan van een hei-energie van 2.000 kJ. De resultaten van de berekeningen staan in Tabel 5-3. Naar analogie van

de berekeningen voor de afzonderlijke kavels (zie Tabel 3-3 en Tabel 4-3) is ook een bandbreedte gegeven van het aantal mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van de kavels III en IV (beide alternatieven) en Mermaid zijn geheid (weergegeven als percentage van de Nederlandse populatie). Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord. De effecten op grijze zeehonden zijn naar verwachting kleiner, omdat de populatie veel kleiner is (en de totale aantallen op het NCP veel lager).

Tabel 5-3 Cumulatieve effecten van heigeluid op zeehonden op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

		Impulsdagen	Verstoorde dieren per geheide fundering	Dierverstorings dagen	% NCP
Borssele III/IV	alternatief 1	76	3	128	0,04 – 1,6
	alternatief 2	190	1	92	0,01 – 1,1
Mermaid		38	< 1	30	0,01 – 0,04
				cumulatief minimaal	0,05 – 0,04
				cumulatief maximaal	1,5 – 2,0

Uit het overzicht in Tabel 5-3 blijkt dat de bijdrage van de aanleg van het Belgische Mermaid aan het totale cumulatieve effect zeer gering is. Dit is het gevolg van de zeer lage dichtheid van zeehonden in het bij de constructie van dit park door onderwatergeluid verstoorde gebied.

5.3 CUMULATIEVE EFFECTEN IN ÉÉN JAAR OP NATURA 2000-GEBIEDEN

5.3.1 Bruinvis

Uitgangspunt bij de toetsing van de effecten op de bruinvispopulatie is dat met grote zekerheid (95%) moet kunnen worden vastgesteld dat de huidige bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt. Ervan uitgaande dat per jaar twee parken worden aangelegd, betekent dit dat de jaarlijkse afname niet meer dan **510** dieren mag bedragen.

Uit Tabel 5-1, Tabel 5-2 en de begeleidende tekst is af te leiden dat deze waarde in alle gevallen wordt overschreden als in één jaar voor de kavels IIII en IV van het Borssele windpark wordt geheid en er in dat jaar ook wordt geheid voor een windpark op het, direct aan het NCP grenzende deel van het Belgisch deel van het Continentaal Plat.

Zonder het nemen van mitigerende maatregelen zijn significante effecten op de bruinvis als gevolg van indirecte externe werking in de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan daarom niet uit te sluiten. Met het nemen van mitigerende maatregelen zijn deze significante effecten te voorkomen (zie verder § 5.7).

5.3.2 Zeehonden

Effecten van heigeluid tijdens het in één jaar aanleggen van twee kavels van het windpark Borssele en het Belgische Mermaid op gewone en grijze zeehonden kunnen gevolgen hebben voor de in het Deltagebied gelegen Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor zeehonden. Het betreft de Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde, Vlakte van de Raan en Westerschelde & Saeftinghe. Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Waddenzee en de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, zijn effecten uit te sluiten. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in deze gebieden dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt. De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een zone die breed genoeg is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden (zie ook § 3.2 en § 4.2).

Uit de in § 3.2 en § 4.2 gepresenteerde resultaten van berekeningen blijkt dat de verstoringscontouren voor zeehonden door heien voor de aanleg van kavels III en IV van het windpark Borssele geen overlap vertonen met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan (zie Figuur 3-5 en Figuur 4-5). Er is dus geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het foerageergebied buiten de Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde, Vlakte van de Raan en Westerschelde & Saeftinghe neemt echter wel af (indirecte externe werking). Deze effecten worden als niet significant beoordeeld, omdat:

- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is (Tabel 5-3), omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is. Ter illustratie: in het Deltagebied werden in de periode juli 2012 – juni 2013 gemiddeld 418 gewone zeehonden geteld (Arts et al., 2014); ervan uitgaande dat voor elk van deze dieren de kans even groot is dat zij bij aanvang van de heiwerkzaamheden in het verstoorde gebied aanwezig zijn dan zouden 158 (38%) van deze dieren eenmalig in hun normale gedrag worden verstoord bij aanleg van alternatief 1 + Mermaid; bij aanleg van alternatief 2 + Mermaid zouden dat er 122 (25%) zijn; dit is een dermate beperkte verstoring dat kan worden uitgesloten dat hierdoor effecten op het voortplantingssucces of de overlevingskans ontstaan en daarmee op de populatie;
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van ‘verdichtingseffecten’ (competitie om voedsel e.d.);

- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate groot is bedraagt, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

5.4 TOETSING CUMULATIEVE EFFECTEN IN ÉÉN JAAR AAN FLORA- EN FAUNAWET

5.4.1 Bruinvis

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) van de bruinvispopulatie op het NCP, is de maximaal toelaatbare jaarlijkse populatieafname van **510** dieren als criterium gebruikt. Wanneer de voorspelde jaarlijkse afname onder deze norm blijft kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De resultaten van de berekeningen van de cumulatieve effecten van de aanleg van twee kavels van het windpark Borssele en het Belgische Mermaid in één jaar zijn weergegeven in Tabel 5-1 en Tabel 5-2. Hieruit en de begeleidende tekst blijkt dat de waarde van 510 dieren in alle gevallen wordt. Effecten op de GSI zijn daarom niet uit te sluiten. De constructie van deze drie windparken in één jaar is alleen mogelijk als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af (zie verder § 5.7).

5.4.2 Zeehonden

Bij het in één jaar aanleggen van twee kavels van het windpark Borssele en het Belgische Mermaid treedt ook verstoring van gewone en grijze zeehonden op. Het aantal verstoorde dieren is echter beperkt (Tabel 5-3).
Voor zeehonden kunnen effecten op de populatie worden uitgesloten, omdat:

- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is (Tabel 5-3), omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is. Ter illustratie: in het Deltagebied werden in de periode juli 2012 – juni 2013 gemiddeld 418 gewone zeehonden geteld (Arts et al., 2014); ervan uitgaande dat voor elk van deze dieren de kans even groot is dat zij bij aanvang van de heiwerkzaamheden in het verstoorde gebied aanwezig zijn dan zouden 158 (38%) van deze dieren eenmalig in hun normale gedrag worden verstoord bij aanleg van alternatief 1 + Mermaid; bij aanleg van alternatief 2 + Mermaid zouden dat er 122 (25%) zijn; dit is een dermate beperkte verstoring dat kan worden uitgesloten dat hierdoor effecten op het voortplantingssucces of de overlevingskans ontstaan en daarmee op de populatie;

- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate groot is bedraagt, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

De conclusie is dat voor gewone en grijze zeehonden de GSI niet in het geding is.

5.5 CUMULATIEVE EFFECTEN NA CONSTRUCTIE VAN WINDPARKEN OP HET NCP VLGS. HET SER-AKKOORD

Voor de berekening van de cumulatieve effecten van de realisatie van de windparken uit het SER-akkoord op **bruinvissen** is ervan uitgegaan dat er gedurende 5 opeenvolgende jaren steeds 2 parken per jaar worden gebouwd. Elk van deze parken bestaat uit 58 turbines van 6 MW die met een energie van 2.000 kJ worden geheid.

Onderstaande Tabel 5-4 bevat de resultaten van de Interim PCoD berekeningen voor de volgende scenario's:

1 2 parken per jaar in voorjaar zonder geluidsnorm (= ~ 174 dB op 750 m),
2 2 parken per jaar in voorjaar met geluidsnorm; 2a: 160 dB, 2b: 165 dB, 2c: 168 dB,
3 2 parken per jaar, 1 in voorjaar en 1 in najaar zonder geluidsnorm,
4 2 parken per jaar in het najaar zonder geluidsnorm.

Tabel 5-4 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee. Oranje: beperkte overschrijding van de maximaal toelaatbare afname bij uitvoer van het SER-akkoord (= 2.550 dieren, zie § 2.3). Zie tekst voor beschrijving scenario's.

			Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringsdagen	Mediaan (50e percentiel)	5e percentiel	10e percentiel	90e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
2a	580	203.668	4	2.645	1.000	-15
2b	580	419.877	54	5.263	3.300	-11
2c	580	633.702	516	7.229	5.854	-10
3	580	1.572.572	5.274	16.303	13.361	4
4	580	802.261	1.422	8.960	7.025	-6

*Voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 136 dB re 1 μPa^2s is uitgegaan (i.p.v. de voor het Borssele windpark gehanteerde SEL_1 = 140 dB re 1 μPa^2s).

Uit de tabel is af te leiden dat bij volledige uitvoering van het SER-akkoord volgens de *onderzochte scenario's* significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet zijn uit sluiten, zelfs niet als een zeer strenge geluidsnorm wordt toegepast.

5.6 CUMULATIEVE EFFECTEN NA 6 JAAR OP DE TOTALE NOORDZEE (INTERNATIONAAL SCENARIO)

Door TNO is met het Interim PCoD model ook doorgerekend wat het effect op de totale bruinvispopulatie van de Noordzee (227.298 dieren) zou zijn van een scenario voor de bouw van windparken in Nederland, Duitsland, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk. Voor Nederland is daarbij uitgegaan van de bouw van 2 parken in het voorjaar. De resultaten van deze berekening staan in Tabel 5-5. Ter vergelijking is ook het Nederlandse scenario 1 opgenomen.

Tabel 5-5 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee. Zie tekst voor beschrijving scenario's.

			Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringsdagen	Mediaan (50e percentiel)	5e percentiel	10e percentiel	90e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
11	3.709	16.439.945	45.633	99.794	88.388	17.377

*Voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 136 dB re 1 μPa^2s is uitgegaan (i.p.v. de voor het Borssele windpark gehanteerde SEL_1 = 140 dB re 1 μPa^2s).

De resultaten van de berekeningen leiden tot de volgende conclusies:

- Zonder mitigatie zijn significante effecten op de bruinvispopulatie niet uit te sluiten: na de aanleg van alle, in het TNO scenario opgenomen parken zou de populatiereductie op Noordzeeschaal ruim 40% kunnen bedragen[10];
- De bijdrage van de Nederlandse parken aan het totale effect is ongeveer 20%.

5.7 CUMULATIEVE EFFECTEN NA MITIGATIE (VKA)

5.7.1 Scenario's

Voor het berekenen van de cumulatieve effecten mét toepassing van de in § 3.5.2 en 4.5.2 beschreven gedifferentieerde geluidsnormen, zijn de volgende 9 scenario's beschouwd:

- Borssele: 2 parken in de periode januari - mei, geen overlap in verstoringscontouren (dat betekent 1 paal per 24 uur, dus om en om)
- Borssele: 1 park in de periode januari - mei, 1 in de periode juni - augustus (verschillende volgorde)
- Borssele: 1 park in de periode januari - mei, 1 in de periode september - december (verschillende volgorde)

[10] Hierbij dient in aanmerking te worden genomen dat er bij de modelberekeningen met PCoD van is uitgegaan dat de ontwikkeling van de bruinvispopulatie niet dichtheidsafhankelijk is. Voor de modeluitkomsten betekent dit dat na een eenmaal aangebracht effect op de populatie, i.e. een afname als gevolg van de activiteiten, de populatie hiervan na het beëindigen van de activiteiten niet meer herstelt.

- Borssele: 1 park in de periode juni - augustus, 1 in de periode september - december (verschillende volgorde)
- Borssele: 2 parken in periode juni - augustus
- Borssele: 2 parken in periode september - december

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor vanaf 1 mei zullen plaatsvinden (*worst case*). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid, bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de hei-energie 2.000 kJ bedraagt (aanname TNO). Verder is aangenomen dat 30% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt. Ook is ervan uitgegaan dat er conform de recent uitgegeven vergunningen een hei-restrictie van kracht is in de periode 1 januari tot en met 30 april, omdat in deze periode de dichtheid van bruinvissen het hoogst is. Bovendien geldt in België een inspanningsverplichting om de geluidsbelasting op 750 meter afstand van de bron niet boven de 185 dB re 1 µPa (SPL-peak) uit te laten komen. Deze norm is iets strenger dan de Duitse norm van maximaal 160 dB re 1 μPa^2s van de SEL_1 op 750 meter (of 190 dB SPL op 750 m). Voor de berekening van het verstoringsoppervlak is van de Duitse norm uitgegaan en is het, bij deze norm behorende en door TNO berekende over de vier kavels gemiddelde, maximale verstoringsoppervlak voor de Borssele windparken gebruikt (160 km^2).

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er *worst case* van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringoppervlakten (indien sprake is van overlappende verstoringsoppervlakten, zal het totale aantal dierverstoringsdagen afnemen). Als voor de twee Borssele windparken alle funderingen op dezelfde dag zouden worden geheid ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elke contour een dag 'blijft staan' (zie uitgangspunten in § 2.2).

5.7.2 Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren

Bruinvissen

Voor de aanleg van de kavels III en IV in het windpark Borssele en het Belgische windpark Mermaid zijn in cumulatie significant negatieve effecten uit te sluiten. Uit de berekeningen zoals weergegeven in onderstaande Tabel 5-6 en Tabel 5-7 blijkt dat bij aanleg van de kavels III en IV van het Borssele windpark, de maximaal toelaatbare populatiereductie op het NCP van 510 individuen niet wordt overschreden. Als in hetzelfde jaar als de twee Borssele windparken ook het Belgische windpark Mermaid zou worden aangelegd, kan de bruinvispopulatie op het NCP met 8 – 10 dieren extra afnemen. De jaarlijks toelaatbare afname van 510 dieren wordt daarmee nog steeds niet overschreden. N.B. Er is hierbij geen rekening gehouden met het feit dat bij de aanleg van de kavels III en IV van het Borssele windpark een deel van de verstoringscontour over het Belgische deel van het Continentaal Plat valt, waardoor strikt

genomen een deel van de effecten daarvan niet aan het NCP zou hoeven te worden toegerekend.

Tabel 5-6 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken volgens alternatief 1 (38 turbines per kavel) in één jaar.

jan – mei	juni – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings dagen	Maximale populatiereductie	
					aantal dieren	% NCP
III, IV			76	34.086	376	0,7
III	IV		76	34.998	386	0,8
III		IV	76	34.048	376	0,7
IV	III		76	33.257	367	0,7
	III, IV		76	34.169	377	0,7
	III	IV	76	33.219	367	0,7
IV		III	76	32.300	356	0,7
	IV	III	76	33.212	366	0,7
		III, IV	76	32.262	356	0,7
Totaal NCP			**minimaal**	**32.262**	**356**	**0,7**
			maximaal	**34.998**	**386**	**0,8**

Tabel 5-7 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken volgens alternatief 2 (95 turbines per kavel) in één jaar.

jan – mei	juni – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings dagen	Maximale populatiereductie	
					aantal dieren	% NCP
niet toegestaan	III, IV		190	35.150	387	0,8
niet toegestaan	III	IV	190	34.580	381	0,7
niet toegestaan	IV	III	190	34.295	378	0,7
niet toegestaan		III, IV	190	33.725	372	0,7
Totaal NCP			**minimaal**	**33.725**	**372**	**0,7**
			maximaal	**35.150**	**387**	**0,8**

Cumulatieve effecten op de zeehondenpopulatie

Voor zeehonden geldt dat de cumulatieve effecten, ook zonder dat restricties aan het heiseizoen en de hoeveelheid geproduceerd heigeluid worden opgelegd, verwaarloosbaar zijn. Zie hiervoor § 5.2.3.

5.7.3 Cumulatieve effecten op Natura 2000-gebieden

Bruinvissen

De effecten van heigeluid tijdens het in één jaar aanleggen van de twee kavels van het windpark Borssele in combinatie met het Belgische Mermaid zullen geen gevolgen hebben voor de Nederlandse, in de kustzone gelegen Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor bruinvissen. Het betreft de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan. De tijdens de aanleg optredende verstoringscontouren van de Borssele windparken en Mermaid zijn dermate klein dat er geen sprake is van overlap. De kwaliteit van het gebied als

leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed, zodat een effect van directe externe werking kan worden uitgesloten. De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking). Uit voorgaande paragraaf blijkt, dat voor de aanleg van de kavels III en IV in het windpark Borssele en het Belgische windpark Mermaid in cumulatie significant negatieve effecten zijn uit te sluiten.

Zeehonden

Voor zeehonden geldt dat de cumulatieve effecten als gevolg van directe en indirecte externe werking, ook zonder dat restricties aan het heiseizoen en de hoeveelheid geproduceerd heigeluid worden opgelegd, als niet significant zijn beoordeeld . Zie hiervoor § 5.3.2.

5.7.4 Toetsing Flora- en faunawet

De Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) is niet in het geding, omdat bij toepassen van de naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnormen de jaarlijkse afname van de **bruinvispopulatie** met grote zekerheid (95%) niet meer dan 510 dieren zal bedragen (= 1% van de bruinvispopulatie op het NCP). Zie ook Tabel 5-6 en Tabel 5-7. Een effect op de GSI van de betreffende populatie kan daarmee met zekerheid worden uitgesloten. Voor **zeehonden** geldt dat de GSI ook zonder dat restricties aan heiseizoen of aantal funderingen worden opgelegd bij de constructie van de twee kavels van het windenergiegebied Borssele in combinatie met die van een windpark op het BCP niet in het geding is (zie § 5.4.2).

5.7.5 Cumulatieve effecten na constructie van windparken op het NCP vlgs. het SER-akkoord

De jaarlijkse populatieafname van de bruinvispopulatie als gevolg van de constructie van windparken op het NCP zal in principe nooit meer dan 510 dieren bedragen, omdat dit door de Nederlandse overheid als toetsingscriterium bij de beoordeling van effecten zal worden gebruikt. Met het onlangs voorgestelde stelsel van geluidsnormen, waarin naar seizoen en aantal op te stellen funderingen per park is gedifferentieerd, is dit verzekerd.

5.7.6 Cumulatieve effecten op de totale Noordzee

De bijdrage van de Nederlandse windparken uit het SER-akkoord aan de effecten van het totale, in Heinis & de Jong (2015) beschreven Noordzee-scenario op de bruinvispopulatie van de Noordzee zal door de mitigerende maatregelen afnemen. In de eerdere berekeningen was dat ongeveer 20% (5 x 2 windparken in het voorjaar zonder geluidsnorm). Door het toepassen van gedifferentieerde geluidsnormen zal de Nederlandse bijdrage aan de effecten op de bruinvispopulatie afnemen tot maximaal ongeveer 3% van het totaal.

6 Leemten in kennis

De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op de schatting van effecten op de bruinvispopulatie. Het gaat dan om leemten in kennis op het gebied van het kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen, maar ook om de doorvertaling hiervan naar *vital rates*.

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen

Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsoppervlak (oppervlakte binnen contour waar in met AQUARIUS gegenereerde geluidskaarten de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden) te vermenigvuldigen met de geschatte (niet door onderwatergeluid verstoorde) dierdichtheid in dat gebied voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt.

- Het totale aantal dierverstoringsdagen is berekend door het aantal, op een dag mogelijk verstoorde dieren te vermenigvuldigen met de duur van de verstoring. Uit de tot nu toe beschikbare informatie over de duur van de verstoring is nog geen eenduidig beeld naar voren gekomen. De modeluitkomsten blijken echter relatief gevoelig te zijn voor keuzes die hierin worden gemaakt (8, 24 en 48 uur).
- Voor bruinvissen geldt dat de beschikbare dichtheidsschattingen een grote onzekerheid kennen (95% betrouwbaarheidsinterval rond de hier gebruikte gemiddelde schattingen ligt tussen ongeveer -50% en +100% [Geelhoed et al, 2011]). Ook is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sexe- en leeftijd-specifieke variatie hierin. Hoewel in Deense wateren (zender)onderzoek loopt, waardoor voor individuele dieren vooral voor de regio van Kattegat/Skagerrak meer informatie beschikbaar is (e.g. [Sveegaard, 2011]), zal deze leemte voor de Noordzee niet op korte termijn worden opgevuld. Hierdoor blijft het lastig een nauwkeuriger schatting te maken van het aantal dieren dat in verschillende tijden van het jaar wordt beïnvloed.
- Voor het NCP is door IMARES op basis van telemetriegegevens een kaart met de ruimtelijke variatie in de relatieve dichtheid van gewone zeehonden gemaakt [Brasseur et al, 2012]. Voor grijze zeehonden is een dergelijke kaart ook gemaakt [Brasseur et al. 2010], maar deze is op gegevens van een beperkt aantal dieren gebaseerd en daarom minder betrouwbaar. In de laatste jaren zijn veel nieuwe zendergegevens, zowel voor gewone als grijze zeehond beschikbaar gekomen. Ook is de kwaliteit van de gegevens doordat GPS-zenders zijn gebruikt sterk verbeterd. Ontwikkeling van kaarten waarin deze nieuwe gegevens zijn verwerkt, indien mogelijk voor verschillende seizoenen, zou het mogelijk maken een betere schatting van het aantal door geluid verstoorde gewone en grijze zeehonden te maken.

Doorvertalen van dierverstoring naar *vital rates*

Bij het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie liggen de belangrijkste leemten in kennis op het gebied van de doorvertaling van geluidverstoring van individuele dieren naar effecten op de gezondheid/conditie van dat dier en wat de gevolgen daarvan kunnen zijn op overlevingskans en voortplantingssucces. Deze kennisleemte is in het Interim PCoD model ingevuld door gebruik te maken van schattingen van deskundigen voor de relatie tussen verstoring en *vital rate*' in een formeel *expert elicitation* proces. Hoewel het Interim PCoD model op dit moment in feite het enige operationele instrument is om populatie-effecten te kunnen bepalen, zijn er nog veel kanttekeningen bij te zetten. Een deel van de bedenkingen zou kunnen worden weggenomen als meer kwantitatieve informatie beschikbaar zou komen over de relatie tussen verstoring en de gezondheid/conditie van individuele dieren (van verschillende leeftijd). Daarmee wordt het mogelijk een 'full PCoD model' toe te passen (zie Figuur 2-7 in Heinis & de Jong, 2015).

Door de leden van de Werkgroep Onderwatergeluid is met betrekking tot deze stap in de effectberekeningen voor **bruinvissen** een groot aantal kennisleemten benoemd. De volgende aspecten kwamen daarbij naar voren:

- Invloed van verstoring op voedselopname en energieverbruik ('time-budget' analyse): Dit aspect is, meer dan voor andere zeezoogdieren van belang voor bruinvissen, omdat zij relatief klein zijn en regelmatig moeten eten om op gewicht te blijven. Zij zijn daarom relatief gevoelig voor verstoring, omdat dat gevolgen kan hebben voor hun voedselopname. Het gaat om vragen als: bij welke mate van verstoring verbruikt een verstoord dier meer energie dan een niet verstoord dier, bij welke mate van verstoring stopt een dier met foerageren, treedt gewenning op, hoe lang kan een dier zonder eten, onder welke omstandigheden (w.o. duur van vasten, voedselbeschikbaarheid) kan een (tijdelijk) tekort zonder substantiële invloed op de overlevingskans worden aangevuld en hoe hangt dat samen met de periode van het jaar?
- Habitatgeschiktheid: voor bruinvissen is nog niet goed bekend of en zo ja, waarom de gebieden waar (bij momentopnamen) de grootste dichtheid wordt gezien ook de meest geschikte gebieden zijn. Hebben bruinvissen die uit een dergelijk geschikt gebied worden verdreven ook werkelijk minder kans te overleven (zie voorgaand punt)? Hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?
- Zogende moeder-jong combinaties: gevoeligheid van combinaties van moeders met nog niet gespeende jongen voor verstoring in vergelijking met solitaire dieren, kan maskering van communicatie door heigeluid daarbij een rol spelen?

Voor de **gewone en de grijze zeehond** zijn veel meer gegevens beschikbaar dan voor de bruinvis. Het betreft zowel populatieschattingen als kennis over beweging van individuele dieren. In combinatie met experimenteel bepaalde gegevens over de 'energetische 'kosten' van gedragsverandering (zie bijvoorbeeld [Rosen et al, 2007], [Sparling & Fedak, 2004], [Sparling et al, 2007]) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd '*agent based*' model (zie bijvoorbeeld [Nabe-Nielsen et al, 2014]) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

7 Referenties

Aarts, G., S. Brasseur, S. Geelhoed, R. van Bemmelen, & M. Leopold, 2013. Grey and harbour seal spatiotemporal distribution along the Dutch West coast. IMARES report C103/13.

Arts, F, 2012. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2011. Rapport RWS Waterdienst BM 12.25.

Brasseur, S., G. Aarts, E. Meesters, T. van Polanen Petel, E. Dijkman, J. Cremer & P. Reijnders. 2012. Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms". Commissioned by Noordzeewind. IMARES report nr. C043/10.

Brasseur, S., T. van Polanen Petel, G. Aarts, E. Meesters, E. Dijkman & P. Reijnders, 2010. Grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Dutch North sea: population ecology and effects of wind farms. IMARES report No C137/10.

Brasseur, S.M.J.M., M. Scheidat, G.M. Aarts, J.S.M. Cremer & O.G. Bos, 2008. Distribution of marine mammals in the North Sea for the generic appropriate assessment of future offshore wind parks. IMARES report C046/08.

Costa, D.P., 2012. A bioenergetics approach to developing a population consequences of acoustic disturbance model. In: Popper AN, Hawkins A (eds) "The effects of noise on aquatic life. Advances in experimental medicine and biology." Springer Science and Business Media, New York, NY, p 423−426.

De Jong, C.A.F & M.A. Ainslie, 2012. Analysis of the underwater sound during piling activities for the Offshore Wind Park Q7. Report TNO 2012 R10081.

Geelhoed, S., M. Scheidat & R. van Bemmelen, 2014. Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013. IMARES report C027/14.

Geelhoed, S., M. Scheidat, G. Aarts, R. van Bemmelen, N. Janinhoff, H. Verdaat & R. Witte, 2011. Shortlist Masterplan Wind - Aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. IMARES report C103/11.

Harwood, J., R. Schick & C. Booth, 2014. Using the interim PCOD framework to support a cumulative impact assessment in Netherlands waters," report SMRUM-RWS-2014-014 (unpublished).

Harwood, J., S. King, R. Schick, C. Donovan & C. Booth, 2013. A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations. Report SMRUL-TCE-2013-014. Scottish Marine and Freshwater Science 5(2).

Heinis F., C.J. de Jong & Werkgroep Onderwatergeluid, 2015. Cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren. TNO rapport TNO 2015 R10335.

Kastelein, R.A., L. Hoek, R. Gransier, M. Rambags & N. Claeys, 2014. Hearing frequencies of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) temporarily affected by played back offshore pile driving sounds. SEAMARCO report 2014-5, Draft version 1.

Lucke, K., U. Siebert, P.A. Lepper & M.-A. Blanchet, 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (Phocoena phocoena) after exposure to seismic airgun stimuli," J. Acoust. Soc. Am. 125, 4060–70.

Nabe-Nielsen, J. R.M. Sibly, J. Tougaard, J. Teilmann & S. Sveegaard, 2014. Effects of noise and by-catch on a Danish harbour porpoise population. Ecol. Modell. 272, 242–251.

New, L.F., J. S. Clark, D. P. Costa, E. Fleishman, M. A. Hindell, T. Klanjšček, D. Lusseau, S. Kraus, C. R. McMahon, P. W. Robinson, R. S. Schick, L. K. Schwarz, S. E. Simmons, L. Thomas, P. Tyack, J. Harwood. 2014. Using short-term measures of behaviour to estimate long-term fitness of southern elephant seals. MEPS 496:99-108.

Rosen, D.A.S., A.J. Winship & L.A. Hoopes, 2007. Thermal and digestive constraints of foraging behaviour in marine mammals. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 362: 2151-2168.

Scheidat, M., R. Leaper, M. van den Heuvel-Greve & A. Winship, 2013. Setting Maximum Mortality Limits for Harbour Porpoises in Dutch Waters to Achieve Conservation Objectives. Open Journal of Marine Science 2013, 3.

SEAMARCO, 2011. Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds. Part of the Shortlist Masterplan Wind 'Monitoring the Ecological Impact of Offshore Wind Farms on the Dutch Continental Shelf'. commissioned by the Department of Water Management of the Netherlands Ministry of Infrastructure and Environment. SEAMARCO Ref: 2011/01.

Southall, B.L., A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene Jr., D. Kastak, D.R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas & P.L. Tyack, 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. Aquatic Mammals, 33(4), 411–521.

Sparling, C.E. & M.A. Fedak, 2004. Metabolic rates of captive grey seals during voluntary diving. J Exp Biol 207: 1615-1624.

Sparling, C.E., J-Y. Georges, S.L. Gallon, M. Fedak & D. Thompson, 2007. How long does a dive last? Foraging decisions by breath-hold divers in a patchy environment: a test of a simple model. Animal Behaviour 74: 207-218.

Weston, D.E. 1971. Intensity-range relations in oceanographic acoustics. Journal of Sound and Vibration 18(2), pp 271-287.

Weston, D.E. 1976. Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483.

BIJLAGE 1 BEREKENINGEN ONDERWATERGELUID DOOR HEIWERKZAAMHEDEN OFFSHORE WINDPARK

Memo TNO (apart bijgevoegd)

Notitie

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

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61

Aan
Cor van Duin (Grontmij)
Eric Arends (Pondera Consult)
Floor Heinis (HWE)

Van
Christ de Jong & Bas Binnerts

Onderwerp
Onderwatergeluidberekeningen t.b.v. windenergiegebied Borssele, kavel 1 en 2 (projectnr. 060.10731)

Datum
9 juni 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100286298

E-mail
christ.dejong@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 88 866 80 34

1 Inleiding

Grontmij en Pondera Consult hebben TNO gevraagd om, in het kader van de voorbereiding van de kavelbesluiten voor het offshore windgebied Borssele, berekeningen uit te voeren aan de effecten die het onderwatergeluid bij de aanleg van offshore windparken op het onderwaterleven kan hebben.

In het zoekgebied Borssele zijn vier kavels voorzien waarbinnen windparken gebouwd kunnen worden, waarvoor in twee fasen vergunning zal worden verleend. Vanwege het feit dat ook cumulatie van de effecten van verschillende deelgebieden moet worden onderzocht, wordt in deze studie het effect van het onderwatergeluid tijdens heiwerkzaamheden voor turbinefundaties in het gehele zoekgebied onderzocht.

De bandbreedte voor het aanleggen van de windparken in de vier kavels is vastgelegd in een concept ‘Notitie Reikwijdte en Detailniveau Milieueffectrapport kavelbesluiten Borssele’ (NRD). Voor de Milieueffect rapportage (MER) en de Passende Beoordeling (PB) is binnen die bandbreedte onderzocht wat de mogelijke effecten van het onderwatergeluid bij de aanleg zijn. Daarbij zijn in overleg met Grontmij, Pondera en marien ecoloog Floor Heinis (HWE) een aantal ‘worst case’ scenario’s opgesteld waarvoor de verspreiding van het onderwatergeluid bij het heien voor turbinefundaties is berekend en vertaald naar het oppervlak rond de heipaal waarbinnen het geluid tot verstoring van bruinvissen en zeehonden kan leiden of tot een ‘permanente’ gehoordrempelverhoging (PTS). Bij de berekeningen zijn de in de werkgroep Onderwatergeluid van Rijkswaterstaat afgesproken procedures en grenswaarden toegepast.

2 Inhoud

1 Inleiding
2 Inhoud
3 Aanpak
4 Bronsterkte van het heigeluid
5 Heiscenario
6 Omgevingsparameters
7 Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden

8 Berekeningen en resultaten
9 Conclusie
10 Referenties

A Schaal voor de ernst van gedragsbeïnvloeding [Southall et al 2007]
B Enkele geluidverspreidingskaarten (enkele klap)
C Enkele geluidverspreidingsgrafieken (cumulatief)

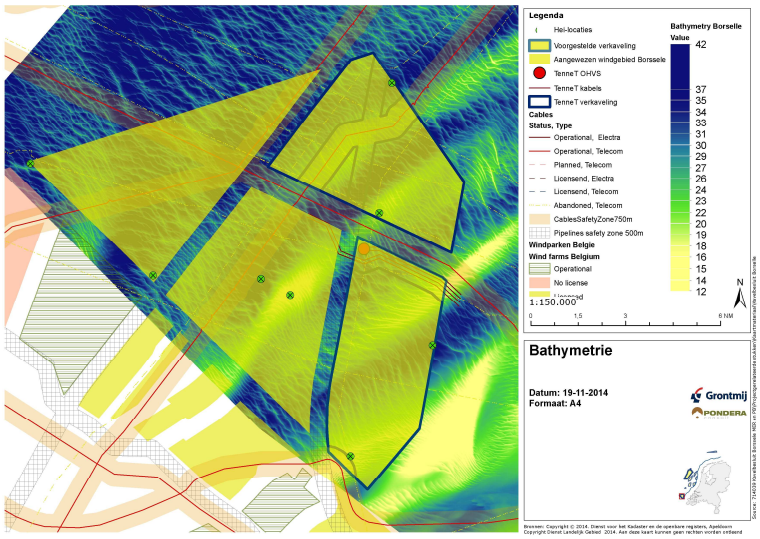
3 Aanpak

De effectafstanden en onderwatergeluidkaarten zijn berekend met behulp van de versie 1.0 van het TNO rekenmodel AQUARIUS. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van de energie van de heiklappen, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. AQUARIUS 1.0 is gebaseerd op een benaderingsmethode voor het propagatieverlies die is beschreven in [Weston 1971, 1976]. De heipaal als geluidbron wordt in deze aanpak niet direct gemodelleerd. Het model gaat uit van het onderwatergeluid dat is gemeten tijdens het heien voor het Prinses Amalia windpark [de Jong & Ainslie 2012].
Het gemeten geluid wordt geschaald met de actuele hamerenergie en het AQUARIUS-model wordt gebruikt om het geluidveld vanuit de bestaande meetgegevens te extrapoleren naar grotere afstanden.

4 Heilocaties

Er zijn 8 representatieve heilocaties geselecteerd, zie Figuur 1 en Tabel 1.

Per kavel is zijn twee locaties gekozen in het meest en minst diepe gedeelte. Vanuit het diepe gedeelte zal het heigeluid zich het verst verspreiden via diepe geulen (‘worst case’), de ondiepe gedeeltes geven inzicht in de ‘best case’ situatie en de range ‘worst-best case’ effecten.



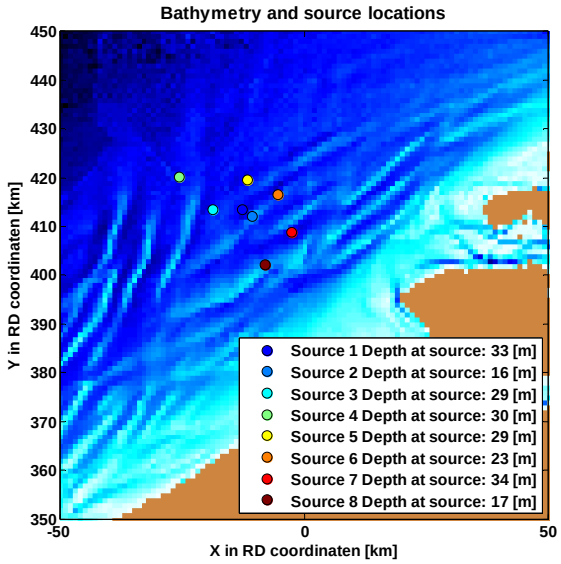
Figuur 1: Bathymetriekaart van het zoekgebied Borssele met daarin aangegeven de contouren van de vier kavels en de 8 representatieve heilocaties.

Het AQUARIUS model maakt gebruik van een publieke bathymetrie database (http://portal.emodnet-bathymetry.eu/). Tabel 1 laat zien dat de waterdieptes ter plekke van de heipaal locaties volgens deze database minder dan 10% afwijken van de door Pondera opgegeven waterdieptes. Dat is voldoende nauwkeurig voor de akoestische berekeningen.

Nr.	*X*	*Y*	*H* [m]	*H* [m]
1	497432	5726098	32,4	34,1
2	499511	5724780	15,4	15,1
3	491480	5725914	28,8	27,5
4	484289	5732458	29,1	31,9
5	498397	5732207	28,3	29,4
6	504730	5729539	22,9	20,7
7	507866	5721829	33,1	34,4
8	502512	5714979	16,3	16,4

Tabel 1: coördinaten van de 8 geselecteerde heilocaties (in ETRS 1989 UTM 31N) en waterdiepte volgens de in AQUARIUS geïmplementeerde bathymetrie (kolom 4). (http://portal.emodnet-bathymetry.eu/) en zoals opgegeven door Pondera (kolom 5).

Figuur 2 toont bathymetrie en heilocaties waarvoor de AQUARIUS berekeningen zijn uitgevoerd.



Figuur 2: Bathymetriekaart van het zoekgebied Borssele en de 8 representatieve heilocaties, zoals gebruikt in het AQUARIUS model.

5 Heiscenario's

Hei-energie

De bandbreedte voor de hei-energie zoals gehanteerd in de NRD loopt van een minimale hei-energie van 1.000 kJ tot een maximale hei-energie van 3.000 kJ. Binnen deze bandbreedte kunnen zowel monopiles, jackets als tripods worden aangelegd.

Scenario heien monopiles, diameter 4-10 meter:

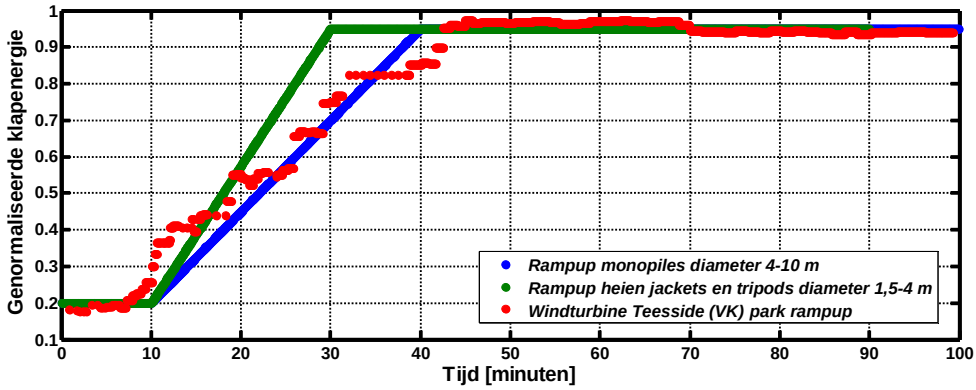
- Voor monopiles wordt uitgegaan van een maximale hei-energie van 3.000 kJ.
- Voor het goed positioneren van de paal wordt in de eerste ca. 10 minuten met een lagere energie en frequentie geheid ('soft start').
- In de daaropvolgende ca. 30 minuten wordt de hei-energie opgevoerd tot maximaal vermogen (= ca. 95% van het volledige vermogen van de heihamer). In deze periode vinden af en toe controles plaats waarin niet wordt geheid.
- Na deze 40 minuten wordt vervolgens ononderbroken op maximaal vermogen geheid.
- Uitgangspunt is dat in alle alternatieven voor het heien van één paal maximaal 3.500 heiklappen nodig zijn.
- De uiteindelijke totale aanlegduur (periode van heien) bedraagt circa 1,5 tot maximaal 2 uur per monopile.

Scenario heien jackets en tripods (diameter 1,5-4 meter):

- Voor de kleinere palen voor jackets en tripods wordt uitgegaan van een hei-energie van 1.000 kJ.
- Heien van kleinere palen gebeurt met een vergelijkbaar scenario, waarbij eveneens een periode van circa 10 minuten nodig is voor het goed positioneren en met een lagere energie en frequentie wordt geheid.
- In de daaropvolgende ca. 20 minuten wordt de hei-energie opgevoerd tot maximaal vermogen (= ca. 95% van het volledige vermogen van de heihamer). In deze periode vinden af en toe controles plaats waarin niet wordt geheid.
- Na deze 30 minuten wordt vervolgens ononderbroken op maximaal vermogen geheid.
- Uitgangspunt is dat in alle alternatieven voor het heien van één paal maximaal eveneens 3.500 heiklappen nodig zijn.
- De uiteindelijke totale aanlegduur (periode van heien) bedraagt circa 1 tot maximaal 1,5 uur per paal.

De hier beschreven 'ramp-up' scenario's zijn gestileerd op basis van een representatief heiscenario van de windturbinefundatie voor het Teesside park in het Verenigd Koninkrijk. De waterdiepte (20 m) en paaldiameter (4,6 m) bij dit project worden geacht voldoende representatief te zijn voor Borssele. Figuur 3

toont het oorspronkelijke en gestileerde hei scenario. Elke stip correspondeert met een heiklap. Het totale aantal klappen is 3500. Het in Figuur 3 getoonde tijdverloop van de heiklapenergie, genormaliseerd op de maximale hamerenergie, is gebruikt voor beide alternatieven. De heiklapenergie wordt verkregen door dit te vermenigvuldigen met de maximale hei-energie van de twee scenario's.



Figuur 3: Scenario voor het verloop van de genormaliseerde klapenergie als functie van de tijd gedurende het heien, gebaseerd op door aannemersbedrijf Van Oord aangeleverde gegevens van een fundatie voor een windturbine in het Teesside (VK) park.

Gemiddelde tijdsduur van aanleg funderingen
Voor de aanleg zijn verder verschillende scenario's denkbaar, variërend van

- om de dag een paal, tot
- enkele dagen achterelkaar één a twee palen paal per één a anderhalve dag, waarna een aantal dagen niet geheid wordt in verband met het aanvoeren van materialen (palen) etc. Dit kan neerkomen op bijvoorbeeld 5 palen per 7 dagen.

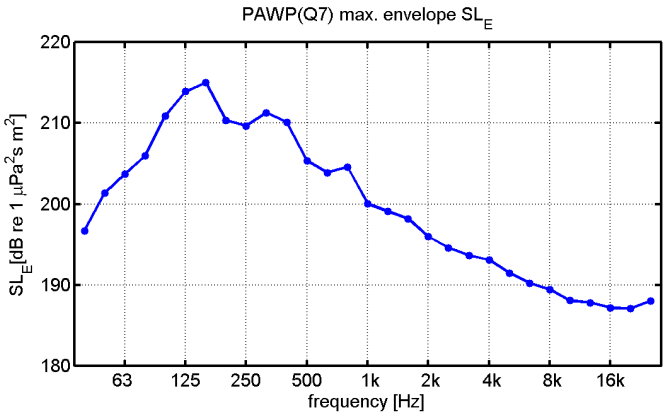
Standaardisatie en 'reële worst case' invulling, rekening houdend met periodes van slechter weer waarin in het geheel enkele dagen niet gewerkt kan worden, leidt gemiddeld gezien over een langere periode tot een scenario van om de dag één monopile aanleggen. Ook voor jackets en tripods houden we dit aan: gemiddeld één complete fundering om de dag. Verder wordt er vanuit gegaan dat gewerkt wordt met één heistelling per windpark (kavel van 350 MW).

Verder wordt als extra berekening bepaald wat het effect is van toepassen van mitigatiemaatregelen waarmee wordt voldaan aan de door de Duitse overheid gehanteerde grenswaarde van 160 dB re 1 μPa^2s voor de SEL_1 op 750 m van de heipaal.

6 Bronsterkte van het heigeluid

We gaan er van uit dat het heigeluid zoals gemeten bij het Prinses Amaliawindpark (Q7) [de Jong & Ainslie 2012] als maatgevend mag worden beschouwd voor het heien van windturbinefundaties in het zoekgebied Borssele.

Met behulp van het AQUARIUS model is in [Ainslie et al 2012] een schatting gemaakt van het propagatieverlies PL van het geluid van een puntbron, midden in de waterkolom op de heilocatie, naar de verschillende meetlocaties voor Q7 (21 m waterdiepte, 'medium sand' sediment, 4,5 m/s wind op 10 m hoogte). Door het berekende propagatieverlies (PL) bij de gemeten geluidbelasting (SEL) op te tellen is een schatting gemaakt van de spectra van een energiebronsterkte SL_E = SEL+PL [TNO 2012] per heiklap voor de verschillende meetpunten.
De bovengrens van deze schattingen (Figuur 4) wordt hier gebruikt als input voor de AQUARIUS berekening van de geluidverspreiding bij het heien voor Borssele. De over de frequentiebanden gesommeerde SL_E per heiklap is 221 dB re 1 µPa^{2}s m^2. De laagste schattingen van de SL_E uit de diverse meetpunten bij Q7 is 215 dB re 1 µPa^{2}s m^2.



Figuur 4: Geschatte bovengrens voor het energie bronniveau spectrum (1/3-octaaf) voor het heigeluid, gebaseerd op de meetresultaten van Q7 (zie de tekst).

Bij de twee in beschouwing genomen fundatietypes voor Borssele is de toegepaste heiklapenergie groter dan de 800 kJ die bij Q7 is toegepast.
Voor monopiles wordt een maximale klapenergie van 3000 kJ aangenomen en voor de kleinere palen voor jacket- of tripodfundaties 1000 kJ. Aannemend dat een vast percentage van de klapenergie wordt omgezet in geluidenergie, zou het energiebronniveau bij een veronderstelde klapenergie van 1000 kJ en 3000 kJ daardoor respectievelijk 1 dB en 6 dB groter[1] zijn. Bij gebrek aan meetgegevens bij deze hogere hei-energie nemen we vooralsnog aan dat de spectrale verdeling niet verandert.

[1] De toename van de energie met een factor komt overeen met een toename van het energieniveau met respectievelijk $10\log_{10}(1000/800) \approx 1$ dB en $10\log_{10}(3000/800) \approx 6$ dB.

7 Omgevingsparameters

De geluidverspreiding is uitgerekend voor de in Tabel 2 gegeven waarden van de geschatte omgevingsparameters.

Waterdiepte bij heipaal	Zie Tabel 1
Bodem type [Ainslie 2010]	'medium sand'
Bodem geluidsnelheid	1785 m/s
Bodem dichtheid	2086 kg/m^3
Bodem absorptie	0,88 dB/golflengte
Zeewater geluidsnelheid	1490 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m^3
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s c.q. 6,5 m/s

Tabel 2: Omgevingsparameters voor de propagatieberekeningen.

Wind boven zee verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt. Daardoor neemt het propagatieverlies toe bij toenemende windsnelheid. Dat effect is vooral merkbaar bij windsnelheden (op 10 m boven het wateroppervlak) groter dan 3 tot 4 m/s. Bij de berekening van de geluid-verspreiding wordt daarom uitgegaan van twee windsnelheden:

i. 0 m/s, als 'worst case';
ii. een gemiddelde windsnelheid op de beoogde planlocatie. Voor Borssele hebben we daarvoor 6,5 m/s op 10 m boven het zeeoppervlak) gekozen.

8 Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden

De berekening van de geluidverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Dat aantal hangt samen met het voorkomen van dieren binnen een afstand tot de heipaal waarbinnen het blootstellingsniveau een drempelwaarde overschrijdt waarbij die effecten mogelijk optreden. In dit memorandum beperken we ons tot de berekening van die afstanden en het bijbehorende oppervlak.

In navolging van [Southall et al 2007] onderscheiden we gedragseffecten en fysiologische effecten (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel en PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) ten gevolge van onderwatergeluid. Voor beide typen effecten worden in [Southall et al 2007] drempelwaarden voorgesteld, maar zijn uit onderzoek in Nederland en Duitsland ook recentere gegevens beschikbaar, die meer specifiek toepasbaar zijn voor de bruinvissen en zeehonden in de Noordzee. De te hanteren drempelwaarden zijn in de jaren 203-2014 op basis van consensus gekozen in een door Rijkswaterstaat (RWS) georganiseerde werkgroep 'onderwatergeluid', zie Tabel 3. Ook de in Tabel 3 gegeven snelheden waarmee de dieren wegzwemmen zijn binnen de RWS werkgroep besproken en vastgesteld. Ze zijn gebaseerd op een gezamenlijke interpretatie van gegevens uit diverse publicaties uit de wetenschappelijke en 'grijze' literatuur.,

	bruinvis	**zeehond**
Vermijding	SEL_1 > 140 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{1,W}$ > 145 dB re 1 μPa^2s
TTS-onset	SEL_{CUM} > 164 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{CUM,W}$ > 171 dB re 1 μPa^2s
TTS(1 uur)	SEL_{CUM} > 169 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{CUM,W}$ > 176 dB re 1 μPa^2s
PTS-onset	SEL_{CUM} > 179 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{CUM,W}$ > 186 dB re 1 μPa^2s
Vluchtsnelheid	3,4 m/s (12,2 km/u).	4,9 m/s (17,6 km/u)

Tabel 3: In deze studie gehanteerde drempelwaarden en zwemsnelheden voor bruinvissen en zeehonden (SEL_1 voor één heipuls en SEL_{CUM} gesommeerd over alle ontvangen geluidpulsen bij het heien van één paal; index W verwijst naar weging met het M_{pw}-filter uit [Southall et al. 2007].

9 Berekeningen en resultaten

Er zijn 96 scenario's doorgerekend voor het bepalen van de verstorings- en TTS/PTS-contouren ten gevolge van het onderwatergeluid bij het heien voor de windturbinefundaties voor het Borssele park:

- Voor 2 diersoorten (bruinvis en zeehond)
- Voor 2 windsnelheden (0 m/s en 6,5 m/s)
- Voor 3 hei-energieën (3000 kJ en 1000 kJ en heien met geluidsnorm $SEL_1(750\ m) \leq 160$ dB re 1 μPa^2s)
- Voor 8 fundatie locaties

Er zijn geluidkaarten berekend voor de SEL_1 (bruinvis) en $SEL_{1,W}$ (zeehond) voor de 96 scenario's voor twee verschillende zwemdieptes (1 m onder de waterspiegel en 1 m boven de zeebodem) bij de maximale klapenergie, rekening houdend met de bathymetrie rond het park. In de berekende geluidkaarten zijn contourlijnen getekend bij de drempelwaarde voor gedragsbeïnvloeding (Tabel 2). In appendix B van deze notitie zijn de geluidskaarten opgenomen voor het worst case scenario (3000kJ en 0 m/s wind).

Vermijding

Op basis van dergelijke kaarten is het totale oppervlakte berekend binnen de contourlijn waarbinnen verwacht wordt dat dieren van de geluidbron weg zullen vluchten. Tabel 4 geeft de vermijdingsoppervlakken weer voor de berekende scenario's zonder geluidsnorm.

Dier	Zeehond				Bruinvis			
Hei-energie [kJ]	1000	1000	3000	3000	1000	1000	3000	3000
Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5	0	6,5	0	6,5
1	1027	661	2043	1189	2177	1273	4112	2159
2	594	319	1166	516	1244	545	2227	866
3	1074	677	2071	1222	2206	1321	4172	2150
4	1323	878	2704	1628	2905	1772	5457	3085
5	1186	750	2371	1409	2536	1521	4702	2620
6	932	571	1776	994	1880	1057	3397	1683
7	747	428	1362	733	1420	768	2408	1165
8	605	308	1074	532	1113	560	1946	834

Tabel 4: Berekend vermijdingsoppervlak (km^2) voor zeehonden en bruinvissen, rond de acht heilocaties, voor twee hei-energieën en twee windsnelheden.

Tabel 5 geeft de berekende vermijdingsoppervlakken voor het geval waarin geluid reducerende mitigatiemaatregelen worden toegepast (zoals bijvoorbeeld afscherming van het geluid door middel van een ‘mantel’ of ‘bellenscherm’) waarmee juist wordt voldaan aan de door de Duitse overheid gehanteerde grenswaarde van 160 dB re 1 μPa^{2}s voor de SEL_1 op 750 m van de heipaal.

Dier	Zeehond		Bruinvis	
Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5
1	62	47	210	162
2	50	38	134	90
3	63	52	200	153
4	65	52	235	178
5	66	52	225	173
6	57	47	184	129
7	56	43	162	124
8	48	34	132	87

Tabel 5: Berekend vermijdingsoppervlak (km^2) voor zeehonden en bruinvissen, rond de acht heilocaties, voor twee windsnelheden, bij toepassen van een geluidsnorm.

TTS/PTS

Daarnaast is er voor de hierboven geschreven scenario’s ook gekeken naar de cumulatieve blootstelling van de dieren aan onderwatergeluid gedurende het heien van een complete paal voor de grootste in het gebied voorkomende waterdiepte (naar boven afgerond tot 35 m). In deze berekeningen is rekening gehouden met een realistisch heiscenario (Figuur 3) en met vermijdingsgedrag van de dieren.

Daarbij is een in de RWS werkgroep vastgesteld scenario gehanteerd, dat een realistische 'worst case' simuleert. Omdat de ontvangen geluidniveaus nabij het wateroppervlak overal lager zijn dan de geluidniveaus op grotere diepte gaan we er van uit dat alle dieren zich bij aanvang van het heien op een vaste positie op 1 m van de bodem bevinden. Aangenomen wordt dat de dieren na het waarnemen van de tweede klap voldoende informatie hebben verzameld om op het geluid te reageren. Vanaf klap 3 bevinden alle dieren zich in de berekeningen op dezelfde locatie als bij de eerste twee klappen, maar dan op 1 m van het wateroppervlak. Vanaf die derde klap vluchten de blootgestelde dieren van de paal weg, met de in Tabel 3 gegeven constante snelheid en op een constante diepte, zo lang de ontvangen SEL_1 boven de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag valt. Vanaf het moment dat de ontvangen SEL_1 beneden de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag valt blijven de dieren stationair. De SEL_{CUM} hangt daarmee af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien.

In appendix C zijn de grafieken opgenomen waaruit de effectafstanden voor vermijding en fysiologische effecten kunnen worden afgelezen. Deze figuren tonen de berekende blootstelling (SEL_1 en SEL_{CUM}) als functie van de afstand van het dier tot de heipaal. Dieren die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand bevinden waarbij het geluid een vermijdingsreactie veroorzaakt, zwemmen tijdens het heien naar de rand van dit gebied. De uiteindelijke SEL_{CUM} hangt af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien. De resulterende effectafstanden zijn samengevat in Tabel 6.

Dier	Zeehond				Bruinvis			
Hei-energie [kJ]	1000	1000	3000	3000	1000	1000	3000	3000
Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5	0	6,5	0	6,5
vermijdingsafstand 1 m boven zeebodem (km)	26,1	21,6	39,8	32,0	42,0	34,0	60,4	47,7
vermijdingsafstand 1 m onder zeeoppervlak (km)	6,8	4,6	10,5	7,1	11,1	7,8	16,8	11,8
afstand voor TTS-onset (km)	15,1	10,2	22,1	15,1	27,1	19,0	38,1	27,0
afstand voor TTS(1 uur) (km)	9,7	6,5	14,7	9,9	18,3	12,8	26,4	18,5
afstand voor PTS-onset (km)	0,2	0,1	0,4	0,3	1,2	0,7	3,0	1,6

Tabel 6: Berekend effectafstanden (km) voor zeehonden en bruinvissen, in een uniforme waterdiepte van 35 m, voor twee hei-energieën en twee windsnelheden.

Tabel 7 geeft de berekende effectafstanden voor het geval waarin geluid reducerende mitigatiemaatregelen worden toegepast waarmee juist wordt voldaan aan de door de Duitse overheid gehanteerde grenswaarde van 160 dB re 1 μPa^2s voor de SEL_1 op 750 m van de heipaal.

Dier	Zeehond		Bruinvis	
Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5
vermijdingsafstand 1 m boven zeebodem (km)	4,8	4,3	10,5	9,2
vermijdingsafstand 1 m onder zeeoppervlak (km)	1,4	1,0	2,4	1,8
afstand voor TTS-onset (km)	3,4	2,3	7,2	5,0
afstand voor TTS(1 uur) (km)	2,0	1,4	4,4	3,1
afstand voor PTS-onset (km)	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 7: Berekend effectafstanden (km) voor zeehonden en bruinvissen, in een uniforme waterdiepte van 35 m, bij toepassen van een geluidsnorm.

10 Conclusie

Dit memo geeft de resultaten van een berekening van de afstanden waarop het heigeluid voor het Borssele park mogelijke effect kan hebben op bruinvissen en zeehonden.

Bij het beoordelen van de berekende effectafstanden dient rekening gehouden te worden met de vele onzekerheden in berekeningen en grenswaarden.
De berekeningsresultaten geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, vermijdingsgedrag of fysiologische effecten.

11 Referenties

Ainslie 2010, Principles of Sonar Performance Modeling. Springer-Praxis

Ainslie et al 2012, 'What is the source level of pile-driving noise in water?' In The Effects of Noise on Aquatic Life, edited by Popper & Hawkins (Springer), pp 445-448.

de Jong & Ainslie 2012, report TNO 2012 R10081 'Analysis of the underwater sound during piling activities for the Off-shore Wind Park Q7' (update of TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388)

Kastelein et al 2011, Seamarco report 2011/01 ‘Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds’

Kastelein et al 2102a, ‘Hearing threshold shifts and recovery in harbor seals (Phoca vitulina) after octave-band noise exposure at 4 kHz’, Journal of the Acoustical Society of America 132(4), pp 2745–2761

Kastelein et al 2102b, ‘Temporary threshold shifts and recovery in a harbor porpoise (Phocoena phocoena) after octave-band noise at 4kHz’, Journal of the Acoustical Society of America 132(5), pp 3525-3537

Kastelein et al 2102c, ‘The hearing threshold of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) for impulsive sounds’, Journal of the Acoustical Society of America 132(2), pp 607-610

Kastelein et al 2013a ‘Hearing frequency thresholds of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) temporarily affected by a continuous 1.5 kHz tone’. SEAMARCO 2013, draft paper

Kastelein et al 2013b ‘Comparative temporary threshold shifts in a harbor porpoise and two harbor seals, and severe temporary threshold shift in a harbor seal’. SEAMARCO report 2013-02 (draft version 1, 18 February 2013)

Kastelein et al 2013c ‘Recovery of hearing in a harbor porpoise (Phocoena phocoena) between successive sound signals (correction factor for SELcum of pile driving)’. SEAMARCO report 2013-03 (draft version 1, 4 March 2013)

Kastelein et al 2013e ‘Behavioral responses of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) to playbacks of broadband pile driving sounds’, Marine Environmental Research 92, pp 206-214

Lucke et al 2009, ‘Temporary shift in masked hearing threshold in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli’, Journal of the Acoustical Society of America 125(6), pp 4060-4070.

Southall et al 2007, ‘Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations’, Aquatic Mammals 33 (4), pp 411-521

Weston 1971, 'Intensity-range relations in oceanographic acoustics', Journal of Sound and Vibration 18(2), pp 271-287

Weston 1976, 'Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483

Zampolli et al 2013, 'Validation of finite element computations for the quantitative prediction of underwater noise from impact pile driving', accepted for the Journal of the Acoustical Society of America (in press)

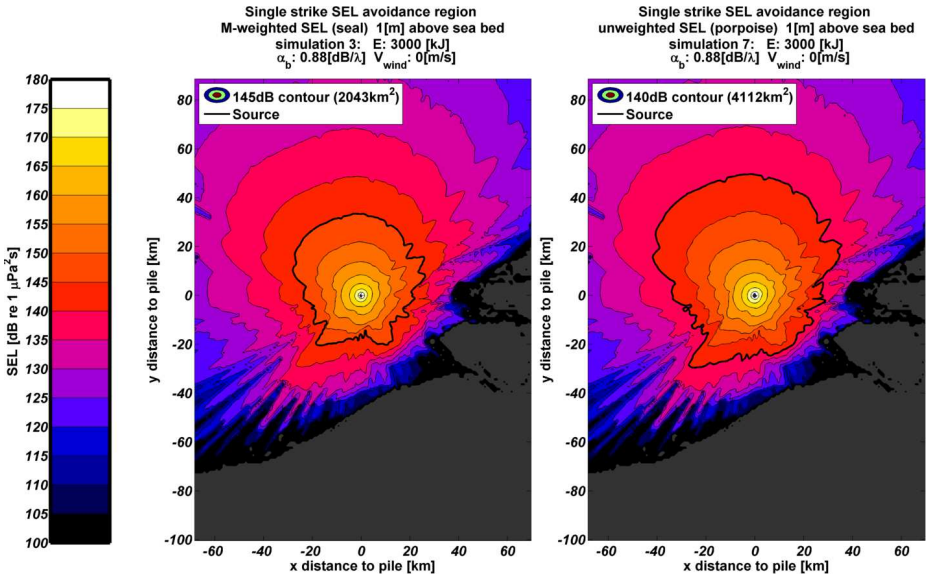
A. Schaal voor de ernst van gedragsbeïnvloeding [Southall et al 2007]

Table 4. Severity scale for ranking observed behavioral responses of free-ranging marine mammals and laboratory subjects to various types of anthropogenic sound

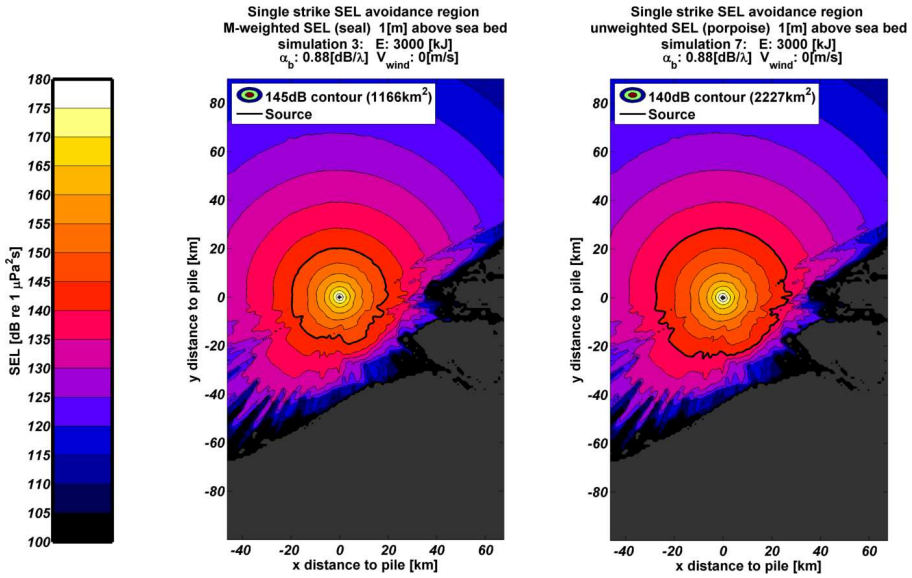
Response score[1]	Corresponding behaviors (Free-ranging subjects)[2]	Corresponding behaviors (Laboratory subjects)[2]
0	- No observable response	- No observable response
1	- Brief orientation response (investigation/visual orientation)	- No observable response
2	- Moderate or multiple orientation behaviors - Brief or minor cessation/modification of vocal behavior - Brief or minor change in respiration rates	- No observable negative response; may approach sounds as a novel object
3	- Prolonged orientation behavior - Individual alert behavior - Minor changes in locomotion speed, direction, and/or dive profile but no avoidance of sound source - Moderate change in respiration rate - Minor cessation or modification of vocal behavior (duration < duration of source operation), including the Lombard Effect	- Minor changes in response to trained behaviors (e.g., delay in stationing, extended inter-trial intervals)
4	- Moderate changes in locomotion speed, direction, and/or dive profile but no avoidance of sound source - Brief, minor shift in group distribution - Moderate cessation or modification of vocal behavior (duration ≈ duration of source operation)	- Moderate changes in response to trained behaviors (e.g., reluctance to return to station, long inter-trial intervals)
5	- Extensive or prolonged changes in locomotion speed, direction, and/or dive profile but no avoidance of sound source - Moderate shift in group distribution - Change in inter-animal distance and/or group size (aggregation or separation) - Prolonged cessation or modification of vocal behavior (duration > duration of source operation)	- Severe and sustained changes in trained behaviors (e.g., breaking away from station during experimental sessions)
6	- Minor or moderate individual and/or group avoidance of sound source - Brief or minor separation of females and dependent offspring - Aggressive behavior related to noise exposure (e.g., tail/flipper slapping, fluke display, jaw clapping/gnashing teeth, abrupt directed movement, bubble clouds) - Extended cessation or modification of vocal behavior - Visible startle response - Brief cessation of reproductive behavior	- Refusal to initiate trained tasks
7	- Extensive or prolonged aggressive behavior - Moderate separation of females and dependent offspring - Clear anti-predator response - Severe and/or sustained avoidance of sound source - Moderate cessation of reproductive behavior	- Avoidance of experimental situation or retreat to refuge area (≤ duration of experiment) - Threatening or attacking the sound source
8	- Obvious aversion and/or progressive sensitization - Prolonged or significant separation of females and dependent offspring with disruption of acoustic reunion mechanisms - Long-term avoidance of area (> source operation) - Prolonged cessation of reproductive behavior	- Avoidance of or sensitization to experimental situation or retreat to refuge area (> duration of experiment)
9	- Outright panic, flight, stampede, attack of conspecifics, or stranding events - Avoidance behavior related to predator detection	- Total avoidance of sound exposure area and refusal to perform trained behaviors for greater than a day

[1]Ordinal scores of behavioral response severity are not necessarily equivalent for free-ranging vs laboratory conditions.
[2]Any single response results in the corresponding score (i.e., all group members and behavioral responses need not be observed). If multiple responses are observed, the one with the highest score is used for analysis.

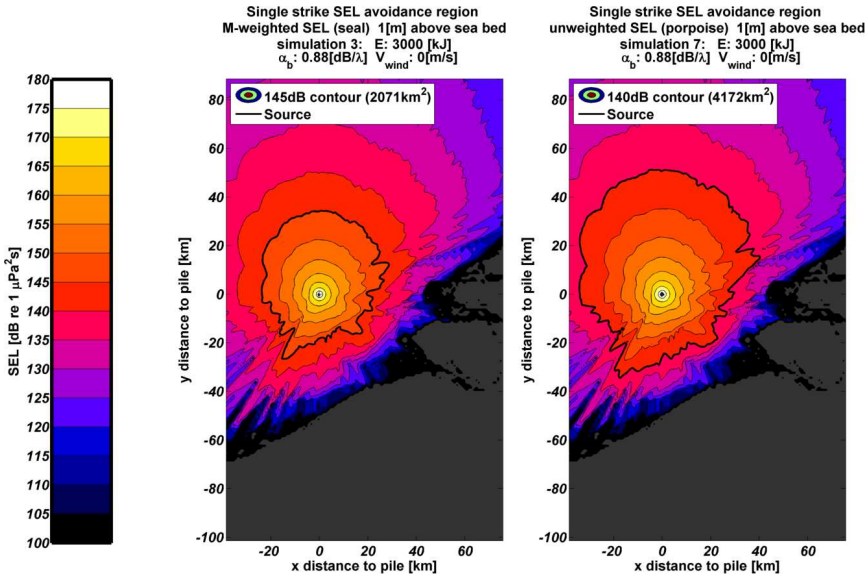
B. Enkele geluidverspreidingskaarten (enkele klap)



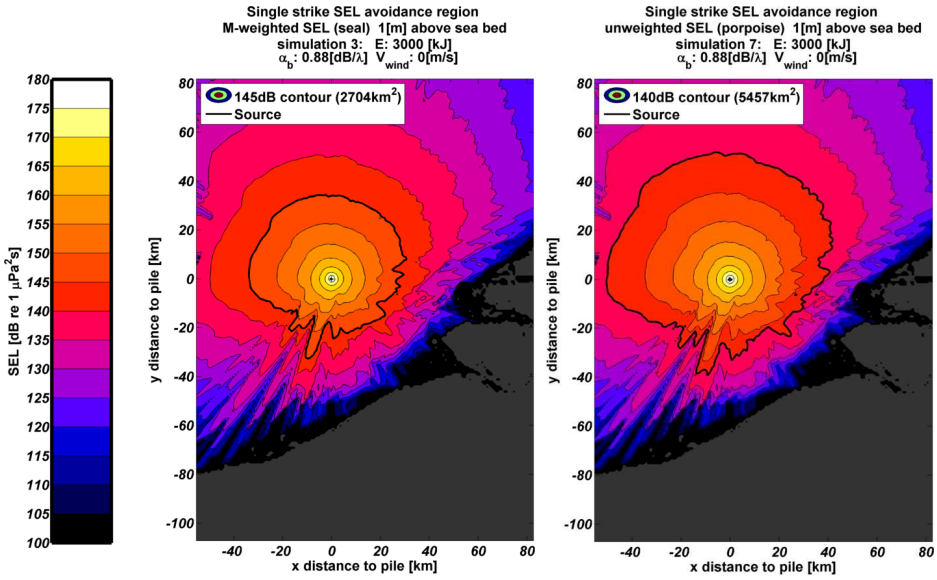
paal 1 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem, voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag (Tabel 3) wordt overschreden.



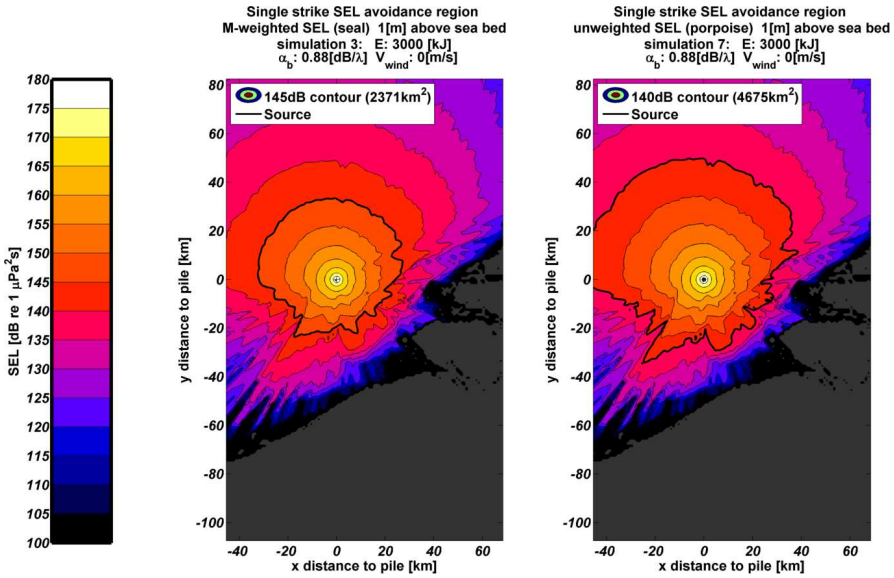
paal 2 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL1 met vermijdingscontour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'paal 1').



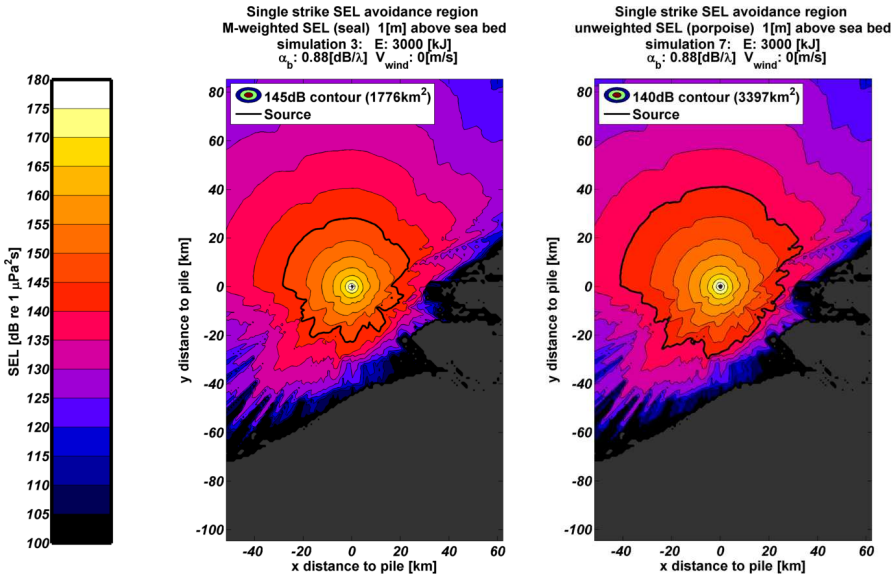
paal 3 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL1 met vermijdingscontour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'paal 1').



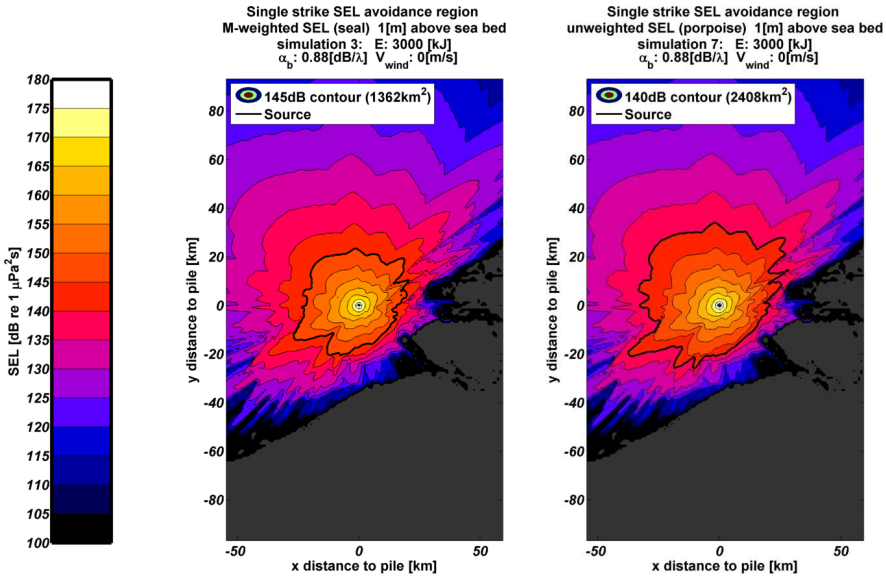
paal 4 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL1 met vermijdingscontour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'paal 1').



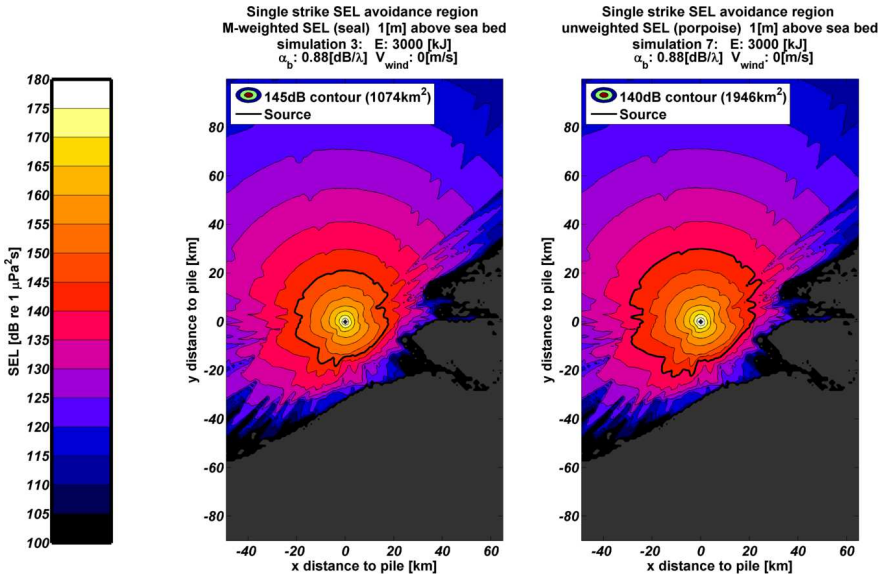
paal 5 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL1 met vermijdingscontour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'paal 1').



paal 6 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL1 met vermijdingscontour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'paal 1').



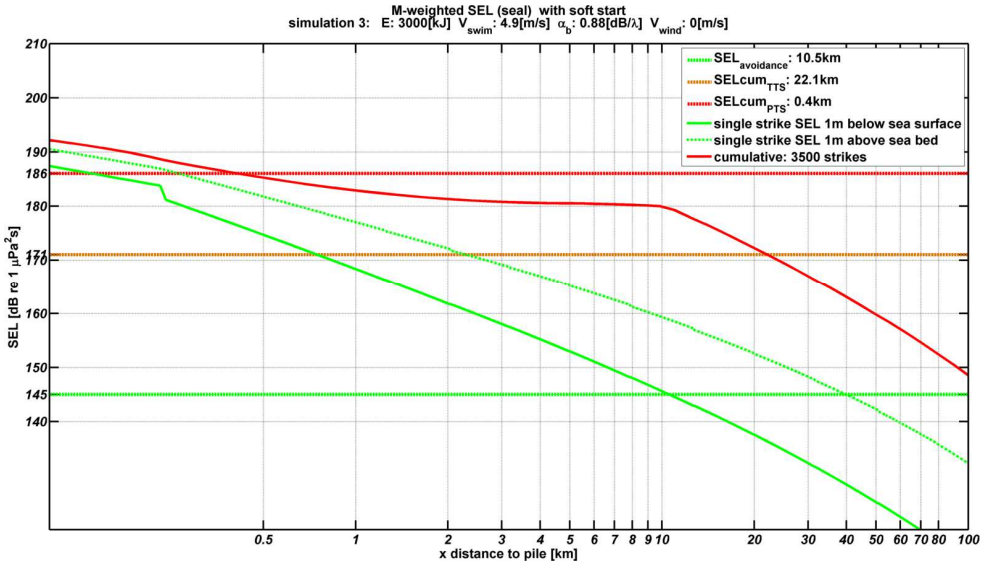
paal 7 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL1 met vermijdingscontour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'paal 1').



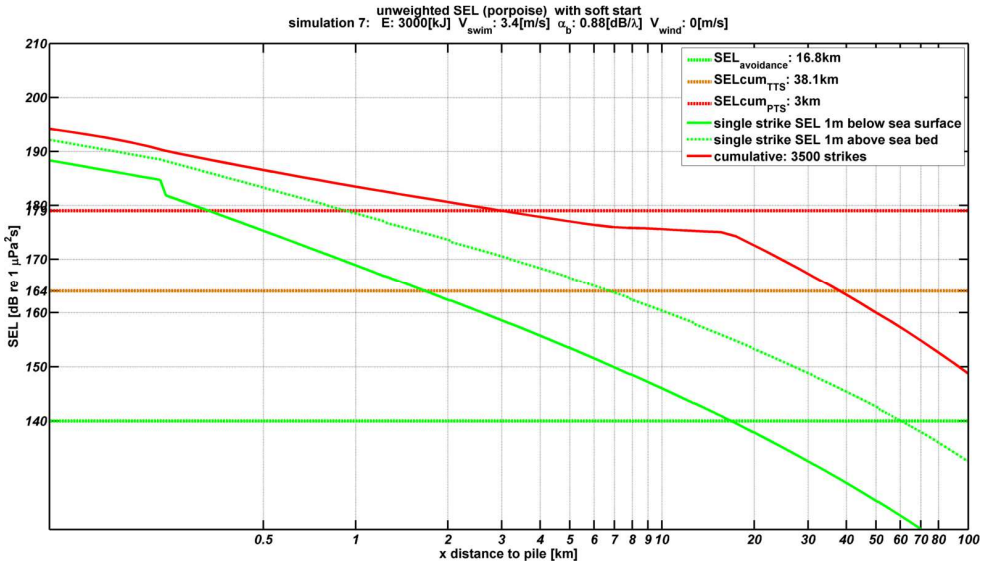
paal 8 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL1 met vermijdingscontour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'paal 1').

C. Enkele geluidverspreidingsgrafieken (cumulatief)

35 meter waterdiepte scenario's



Scenario 3 (Diepte 35 m, 3000 kJ, wind 0 m/s, zeehonden): berekende verdeling van de SEL1,W op een diepte van 1 m onder de waterspiegel (groene doorgetrokken lijn) en op 1 m boven de zeebodem (groene gestippelde curve) en de SELCUM,W (rode doorgetrokken lijn), als functie van de afstand tot de paal waarop het dier zich bij aanvang van het heien bevindt. Het snijpunt van de groene curven (SEL1) met de groene horizontale lijn geven de vermijdingsafstanden voor zeehonden op twee dieptes. De snijpunten van de rode lijn met de rode en oranje horizontale lijnen geven de 'PTS-afstand' en 'TTS-afstand', zie Tabel 3.



Scenario 7 (Diepte 35 m, 3000 kJ, wind 0 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL1 op twee dieptes en de SELCUM (zie verder het bijschrift bij Scenario 3).

BIJLAGE 2 TOETSING VAN EFFECTEN OP BRUINVISSEN

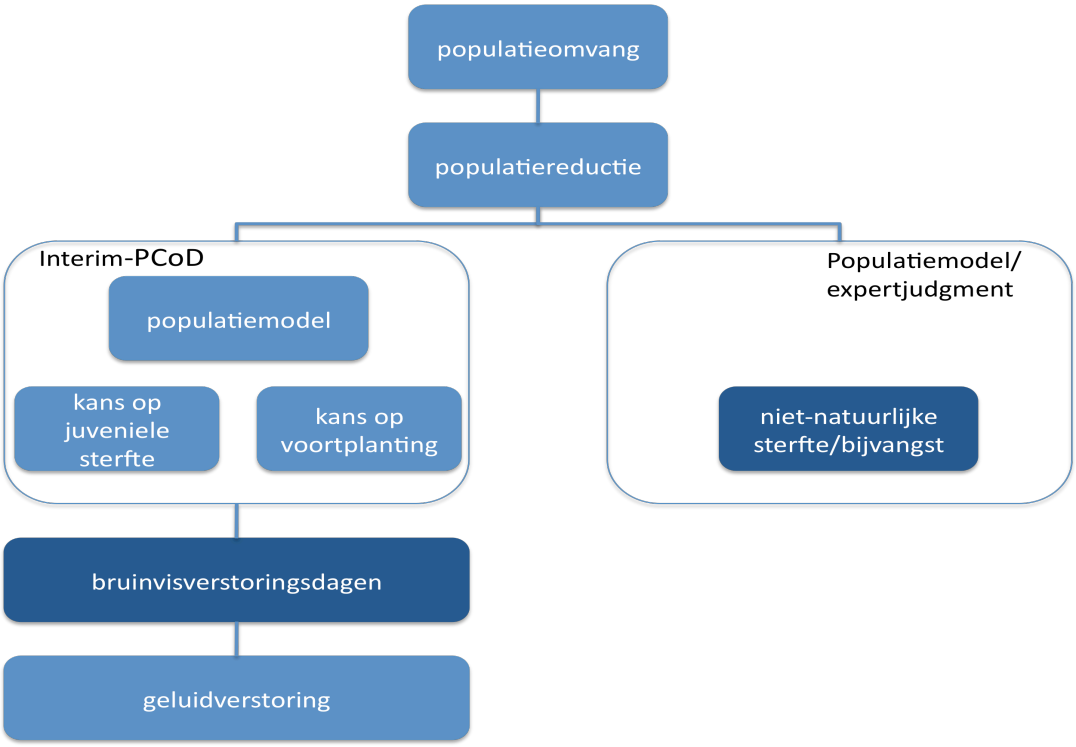
Inleiding

In het conceptrapport 'Cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren' van 19 december 2014 zijn voor bruinvissen de uitkomsten van PCoD-berekeningen weergegeven als de 10%, 50% (mediaan) en 90% kans dat onder invloed van verstoring door heigeluid een bepaalde reductie van de populatie zal optreden. Er is nog geen keuze gemaakt in welke van deze percentielen dient te worden gebruikt bij de beoordeling van de berekende effecten op de populatie. Het ontwikkelen van een toetsingcriterium voor de beoordeling van de berekende effecten op de bruinvispopulatie viel niet binnen het bestek van de opdracht. In een parallel traject is door de overheid toegewerkt naar een norm voor de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van het aantal dieren in een bepaalde populatie. Deze zal worden vastgelegd in het zogenaamde 'Kader Ecologie en Cumulatie'.

Bij de beoordeling van de met het Interim PCoD model berekende effecten dient rekening te worden gehouden met nationale en internationale wet- en regelgeving voor de bescherming van de bruinvis. Nationaal gaat het om de in de Nb-wet en Ff-wet vastgelegde bescherming van habitats en soorten en internationaal om ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). Op nationaal niveau is daarnaast het Bruinvisbeschermingsplan relevant (Camphuysen & Siemensma, 2011).

Doelstellingen en toetsingscriteria

Voor Europa is de ASCOBANS doelstelling het meest relevant:
De populatie moet op minimaal 80% van het draagkrachtniveau worden gebracht of blijven.
Daartoe mag de jaarlijkse niet-natuurlijke sterfte niet meer dan 1,7% van de populatie bedragen, waarvan minder dan 1% door bijvangst. Dit is een interim doel. Op de lange termijn is het doel: terugdringen van door mensen veroorzaakte sterfte van de bruinvis tot nul en de populatie van de bruinvis te brengen en houden op een niveau waarop verstorende menselijke invloeden tot een minimum zijn teruggebracht. De doelstelling is dus geformuleerd in termen van uiteindelijk herstel of behoud van de populatie en het toetsingscriterium voor maximaal toelaatbare effecten in termen van jaarlijkse onttrekking van dieren aan de populatie. Het verband tussen die twee maten is geschat op basis van populatiemodellen of expert judgment. De samenhang met de Interim PCoD aanpak wordt geschetst in de volgende figuur:



Toetsing van effecten van heigeluid op bruinvissen

Het Interim PCoD model berekent de populatiereductie ten gevolge van verstoring door heigeluid met behulp van een in een expert elicitation vastgestelde kansverdeling van het verband tussen verstoringsduur en twee specifieke 'vital rates': de kans op sterfte bij jonge dieren ('calves and juveniles') en de kans op voortplanting bij volwassen vrouwelijke dieren. Een criterium dat grenzen stelt aan sterfte alleen is niet direct van toepassing op de uiteindelijke populatiereductie die het resultaat is van de PCoD berekeningen, en ook niet op het aantal verstoorde dieren of het aantal 'dierverstoringsdagen'. Een bepaald aantal gestorven dieren kan namelijk niet direct worden vergeleken met de output van een populatiemodel, waar het om een effect op de totale populatie na een aantal jaren gaat. Ook is 'sterfte' niet direct vergelijkbaar met 'verstoring', maar kan daar hoogstens een gevolg van zijn.

Uit de Interim PCoD berekeningen volgt een statistische schatting van het effect van de geluidverstoring op de uiteindelijke populatieomvang. Dit betekent dat de doelstelling die aan een norm ten grondslag ligt, zoals die van ASCOBANS (minimaal 80% van de carrying capacity) in principe direct te vergelijken is met een maximale limiet aan de (met PCoD berekende) populatiereductie. Hierbij nemen we aan dat de geluidverstoring de enige druk is op de populatie én dat de huidige populatie op het draagkrachtniveau zit (carrying capacity). N.B. We houden dan dus geen rekening met effecten van andere invloeden als bijvangst e.d.

Door ASCOBANS is de waarschijnlijkheid dat 80% van het draagkrachtniveau wordt bereikt/gehandhaafd niet nader gespecificeerd. Door Scheidat et al. (2013) is de doelstelling nader geïnterpreteerd en is afgeleid dat de waarschijnlijkheid van het bereiken/handhaven van dit niveau hoog moet zijn (tenminste 95%).

De genoemde waarden voor een populatieomvang van minimaal 80% van het draagkrachtniveau met een waarschijnlijkheid van 95% zijn beide uit de resultaten van het Interim PCoD-model af te leiden.

In de volgende twee rekenvoorbeelden wordt gedemonstreerd hoe de door ASCOBANS geformuleerde en door Scheidat et al. (2013) nader gespecificeerde doelstelling kan worden toegepast op de uitkomsten van de PCoD-modellering.

<u>Rekenvoorbeeld voor de Nederlandse situatie:</u>
Populatie op het NCP: 51.000 (gemiddelde van het gemiddelde over 3 seizoenen o.b.v. Geelhoed et al., 2011, 2013, 2014)
Doelstelling: minimaal 0,8 * 51.000 = 40.800
Maximale toegestane reductie: 51.000 – 52.800 = 10.200
Aantal jaren dat op NCP wordt gebouwd: 8
Maximale toegestane populatiereductie per jaar: 1.275
Maximale toegestane populatiereductie na 6 jaar (PCoD berekeningen): 7.650

<u>En voor het internationale scenario:</u>
Populatie van de MU Noordzee: 227.298 (IMMWG, 2013)
Doelstelling: minimaal 0,8 * 227.298 = 181.838
Maximale toegestane reductie: 227.298 – 181.838 = 45.460
Aantal jaren dat op Noordzee wordt gebouwd: 8 (of misschien wat langer?)
Maximale toegestane populatiereductie per jaar: 5.683
Maximale toegestane populatiereductie na 6 jaar (PCoD berekeningen): 34.095

Het zo verkregen getal moet worden vergeleken met de 5-percentielswaarde uit de PCoD berekeningen. Dit getal geeft namelijk de kans weer dat de populatiereductie groter is dan de betreffende waarde (en dus een 95% waarschijnlijkheid dat de berekende populatiereductie kleiner is).

Onderstaande tabel bevat de resultaten van de PCoD berekening voor een aantal scenario's uit het Cumulatieve effecten rapport. Voor de Nederlandse scenario's is ervan uitgegaan dat elk park uit 58 turbines van 6 MW bestaat die met een energie van 2.000 kJ worden geheid. Er is één hypothetisch internationaal scenario samengesteld (zie Heinis & de Jong, 2015 voor aannames).

De scenario's zijn:

1 Alleen NL parken, 2 parken per jaar in voorjaar zonder geluidsnorm (= ~ 174 dB op 750 m),
2 Alleen NL parken, 2 parken per jaar in voorjaar met geluidsnorm; 2a: 160 dB, 2b: 165 dB, 2c: 168 dB,
3 Alleen NL parken, 2 parken per jaar, 1 in voorjaar en 1 in najaar zonder geluidsnorm,
4 Alleen NL parken, 2 parken per jaar in najaar zonder geluidsnorm,
10 Alleen NL parken, 2 parken per jaar in voorjaar zonder geluidsnorm, maar met hogere drempelwaarde voor verstoring (SEL_1 = 144 dB re 1 μPa^2s),
11 Alle buitenlandse parken gecombineerd met 2 NL parken per jaar in voorjaar, zonder geluidsnorm.

			Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
Scenario*	**Impulsdagen**	**Bruinvis verstoringsdagen**	**Mediaan (50-percentiel)**	**5-percentiel**	**10-percentiel**	**90-percentiel**
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
2a	580	203.668	4	**2.645**	1.000	-15
2b	580	419.877	54	**5.263**	3.300	-11
2c	580	633.702	516	**7.229**	5.854	-10
3	580	1.572.572	5.274	16.303	13.361	4
4	580	802.261	1.422	8.960	7.025	-6
10	580	905.803	1.938	9.595	7.525	-10
11	3.709	16.439.945	45.633	99.794	88.388	17.377

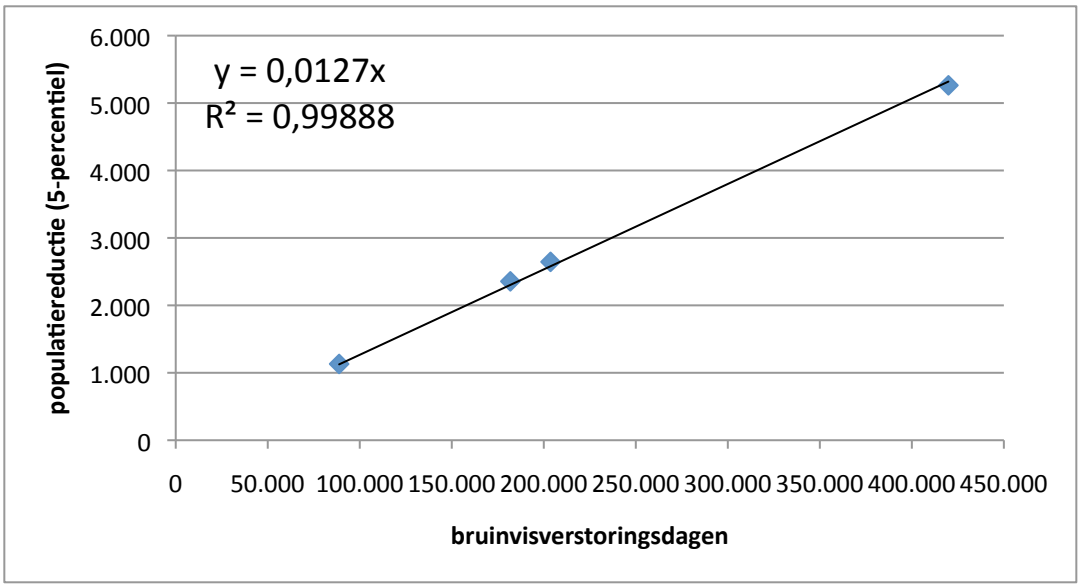
*Met uitzondering van scenario 10 is voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 136 dB re 1 μPa^2s is uitgegaan (i.p.v. de voor het Borssele' windpark gehanteerde SEL_1 = 140 dB re 1 μPa^2s).

Uit de berekeningen blijkt dat het hiervoor (voorgestelde) toetsingscriterium met zeer grote waarschijnlijkheid niet wordt overschreden als een geluidsnorm wordt toegepast (scenario 2). Bij het toepassen van een relatief hoge geluidsnorm van 168 dB is het verschil met de 'maximaal toelaatbare' populatiereductie met 421 dieren echter vrij klein en zou kunnen wegvallen als van een kleinere 'vulnerable subpopulation' of een extra 'residual day' zou worden uitgegaan. Aan de andere kant dient men zich te realiseren dat voor de berekeningen in de meeste scenario's is uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 136 dB re 1 μPa^2s. In de Werkgroep Onderwatergeluid is op grond van recente onderzoeksresultaten besloten om voor de bepaling van effecten op bruinvissen uit te gaan van een iets hogere drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 140 dB re 1 μPa^2s. Deze drempelwaarde wordt gebruikt in de berekeningen van oppervlakten verstoord gebied voor de 'Ronde 3' windparken, waaronder het Borssele windpark.

Toepassing Borssele

In de berekeningen is voor het bepalen van de effecten op de bruinvispopulatie oorspronkelijk gebruik gemaakt van de eerder afgeleide relatie tussen bruinvisverstoringsdagen en de met

PCoD bepaalde mediaan schatting van de populatiereductie (zie § 2.2.4). De voor de toetsing benodigde 5-percentiel waarden blijken zich echter minder 'rechtlijnig' te gedragen dan de mediane waarden. Voor de eerste twee kavels van het Borssele windpark zijn daarom een drietal indicatieve PCoD berekeningen uitgevoerd om daarmee ook voor een relatief gering aantal dierverstoringsdagen een indruk te krijgen van de relatie met de 5-percentiel waarden. De relatie tussen dierverstoringsdagen en de 5-percentielwaarden vertoont geen rechtlijnig verband over de hele bandbreedte van de onderzochte scenario's. Binnen de bandbreedte van effecten van de Borssele windparken is dat echter wel het geval (zie onderstaande figuur). Deze figuur is samengesteld uit de resultaten van de voor het Borssele MER uitgevoerde extra PCoD berekeningen en de resultaten van de scenario's 2a en 2b uit bovenstaande tabel[9].



[9] Bij de afronding van het rapport van Heinis en de Jong (2015) is voor de hele bandbreedte van effecten een wiskundig verband afgeleid tussen het aantal bruinvisverstoringsdagen en de 5e percentielwaarden van de PCoD berekeningen. Op dat moment waren de effectberekeningen voor de kavels I en III van het windpark Borssele al afgerond. De in dit rapport opgenomen 5e percentielwaarden zouden op basis van genoemd verband mogelijk iets kunnen afwijken. De verschillen zullen echter marginaal zijn.

Bijlage 4

Fotovisualisaties

FOTOVISUALISATIES BORSSELE KAVEL III & IV

Datum	29 juni 2015
Aan	Ministerie van IenM
Van	Paul Janssen
Betreft	Visualisaties Borssele kavel III en IV
Projectnummer	715021

Inleiding

Om de zichtbaarheid en landschappelijke effecten van windturbines in beeld te brengen zijn visualisaties een veel gebruikt hulpmiddel. In de praktijk is wel gebleken dat de zichtbaarheid en herkenbaarheid van de windturbines in een fotovisualisatie op grote afstand snel slechter wordt. Voor de offshore windparken Borssele kavel III en IV is ervoor gekozen om in dit memo te bekijken of en op welke manier het vervaardigen van visualisaties zinvol is om de zichtbaarheid in beeld te brengen.

Uitgangspunten

De kavels Borssele III en IV zijn gelegen op respectievelijk minimaal 30 en 40 kilometer uit de Zeeuwse kust. De afstand zorgt ervoor dat de turbines alleen bij zeer heldere weersomstandigheden zichtbaar zijn aan de horizon. In figuur 1 zijn de kavels weergegeven.

Omdat het type windturbine nog niet bekend is, is een range van afmetingen aangegeven. In tabel 1 is deze range opgenomen. Voor de visualisaties geldt dat de grootste windturbines het meest zichtbaar zijn en daarom als uitgangspunt worden gehanteerd.

Tabel 1 afmetingen turbines in range

Alternatief	Aantal windturbines	Turbinetype	Ashoogte	Rotordiameter	Tiphoogte
Klein	95	4 MW	83 meter	116 meter	141 meter
Groot	38	10 MW	140 meter	220 meter	250 meter

Opnamen

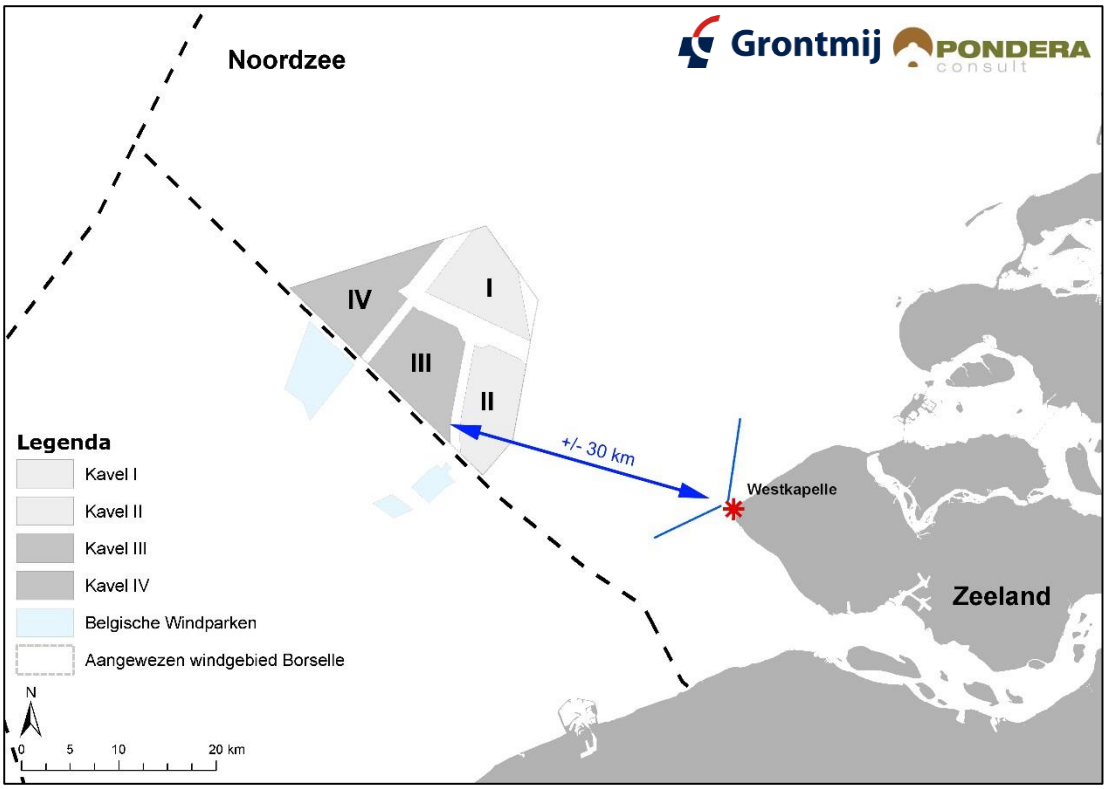
De gebruikte foto's zijn gemaakt in het kader van het project Kavelbesluit Borssele I en II, op 21 november 2014. Het zicht op deze representatieve dag was redelijk goed met afwisselende periodes van bewolking en zonneschijn. De posities zijn zodanig gekozen dat ze representatief zijn voor de strandlocaties.

Het contrast tussen de turbines en de lucht is sterk afhankelijk van het weertype en van de kijkrichting ten opzichte van de zonnestand. Met de zon in de rug van de fotograaf steken de turbines wit af tegen de lucht, bij tegenlicht zijn ze donker tegen een lichte lucht. Bij grijs weer is

er weinig contrast tussen objecten op de horizon aanwezig en is de zichtbaarheid minder. Om deze reden wordt bij voorkeur in zonnige omstandigheden gefotografeerd. Bij het maken van de opnamen is bewust gezocht naar open kustlocaties waar de turbines mogelijk zichtbaar zijn. Daarmee zijn de opnamelocaties zoveel mogelijk een *worst case* benadering.

De gebruikte camera is een Canon EOS 6D spiegelreflexcamera met een Canon EF 24mm f/2.8 IS USM objectief. Bij het maken van de opnamen is gebruik gemaakt van een computergestuurde Seitz panoramakop om een zo hoog mogelijke nauwkeurigheid te verkrijgen. Er zijn meerdere (staande) foto's samengevoegd om één panorama afbeelding te genereren.

Figuur 1 Kaart locaties kavel III en IV



Beperkingen

Fotovisualisaties zijn gebaseerd op basis van hoge resolutie digitale foto opnamen op locatie. Op grote afstanden (> 25 km) treden echter een aantal belangrijke beperkingen op. De belangrijkste is dat de windturbines zodanig klein worden in de foto, dat ze slechts enkele beeldpunten beslaan, zelfs in een 100 megapixel+ panorama opname.

Daarnaast speelt contrast een belangrijke rol. Aan de horizon (dichtbij het aardoppervlak) is de lucht nooit blauw, maar lichter (grijs of grijsblauw). Dit komt door de breking van het licht in de dampkring. Wanneer de windturbines vanwege de afstand tot de kust maar een zeer beperkte hoogte ten opzichte van de horizonlijn hebben, zullen de grijze turbines vaak wegvallen tegen

deze grijze horizon. Dit kan deels digitaal gecorrigeerd worden, maar om geen onrealistische scenario's te creëren zijn de mogelijkheden beperkt.

Tot slot zijn, afhankelijk van het gekozen standpunt, de turbines van Borssele kavel I en II of de Belgische windparken dichterbij de kust gelegen dan kavel III en IV. Dit betekent dat de windturbines in deze parken het zicht op de turbines in kavels III en IV zullen beperken of volledig wegnemen, indien de meteorologische omstandigheden zodanig zijn dat ze te zien zijn.

Visualisaties

De hiervoor genoemde beperkingen zorgen ervoor dat het beperkt zinvol is om voor diverse fotopunten visualisaties te vervaardigen. De windturbines zullen immers niet of zeer slecht zichtbaar zijn in de foto. Om dit te illustreren is ervoor gekozen om vanaf de dichtstbijzijnde locatie de grootste variant te visualiseren (worst case). De foto is genomen in Westkapelle, vanaf de parkeerplaats langs de N287, nabij de vuurtoren. De kleine vuurtoren is op de voorgrond zichtbaar. De windturbines van kavel I en II zijn links, dan wel rechts van de vuurtoren te zien op de achtergrond. Daar weer achter zijn de turbines van kavel III en IV gevisualiseerd. Deze zijn echter praktisch onzichtbaar.

Eigenschappen foto

Kijkrichting:	West
Beeldhoek:	140 graden
Tijdstip foto:	14:35 uur

Figuur 2 visualisatie kavel III en IV – locatie Westkapelle 140 graden



In de volledige panorama zijn de windturbines vrijwel onzichtbaar. Daarom is een uitsnede gemaakt op 60 graden en nogmaals op 30 graden beeldhoek.

Figuur 3 visualisatie kavel III en IV – locatie Westkapelle 60 graden



Figuur 4 visualisatie kavel III en IV – locatie Westkapelle 30 graden



Conclusies

Op basis van de gevisualiseerde foto van de meest nabijgelegen kustlocatie is geconcludeerd dat het visualiseren van kavel III en IV, vanaf andere - verder weg gelegen - locaties, niet zinvol is. De turbines zijn dusdanig klein en vallen bovendien weg achter de windturbines van kavel I en II, dat geen onderscheidende verschillen meer kunnen worden weergegeven tussen de

alternatieven. Op basis hiervan kan tevens geconcludeerd worden dat de zichtbaarheid van kavel III en IV vanaf de Zeeuwse kust zeer beperkt is.

Bijlage 5

Zichtbaarheidsanalyse

Zichtbaarheidsanalyse

Kavelbesluiten Borssele III en IV

Definitief

Ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 13 november 2015

GM-0172774, D1

Verantwoording

Titel	:	Zichtbaarheidsanalyse
Subtitel	:	Kavelbesluiten Borssele III en IV
Projectnummer	:	343907
Referentienummer	:	GM-0172774
Revisie	:	D1
Datum	:	13 november 2015

Auteur(s)	:	M.Jaspers Faijer, P. Janssen
Gecontroleerd door	:	C.F. van Duin
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	M. Kreft
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	Grontmij Nederland B.V. De Molen 48 3994 DB Houten Postbus 119 3990 DC Houten T +31 88 811 66 00 www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Beschrijving van de locatie 4
1.2 Opzet en leeswijzer 5

2 Zichtbaarheid van windturbines 6
2.1 Inleiding 6
2.2 Zichtbaarheid en zichtbereik 6
2.2.1 Horizontale beeldhoek 6
2.2.2 Eigenschappen van het object 6
2.2.3 Theoretische zichtbaarheid 7
2.3 Meteorologische zichtomstandigheden 11
2.4 Kavel III en IV Borssele resultaten meteorologische zichtbaarheid 13
2.5 Effectbepaling zichtbaarheid gecombineerd 14
2.6 Effectbepaling zichthoeken 15

3 Conclusie 17

1 Inleiding

Zichtbaarheid speelt bij nagenoeg ieder windenergieproject een prominente rol. Door de omvang van windturbines vallen ze vaak op in het landschap, zeker in open landschappen als de kuststrook. Beoordelen van de zichtbaarheid en beoordelen van de invloed op het landschap is in objectieve zin lastig. Iedereen neemt immers subjectief waar. Om de zichtbaarheid van windturbines te objectiveren kan echter wel gekeken worden naar de vraag of turbines zichtbaar zijn vanaf een bepaalde locatie en zo ja, in welke mate.

Dit wordt gedaan door te kijken naar enerzijds de afstand tussen de turbine en de waarnemer en anderzijds door een statistische analyse te maken van de weersomstandigheden die de zichtbaarheid beïnvloeden.

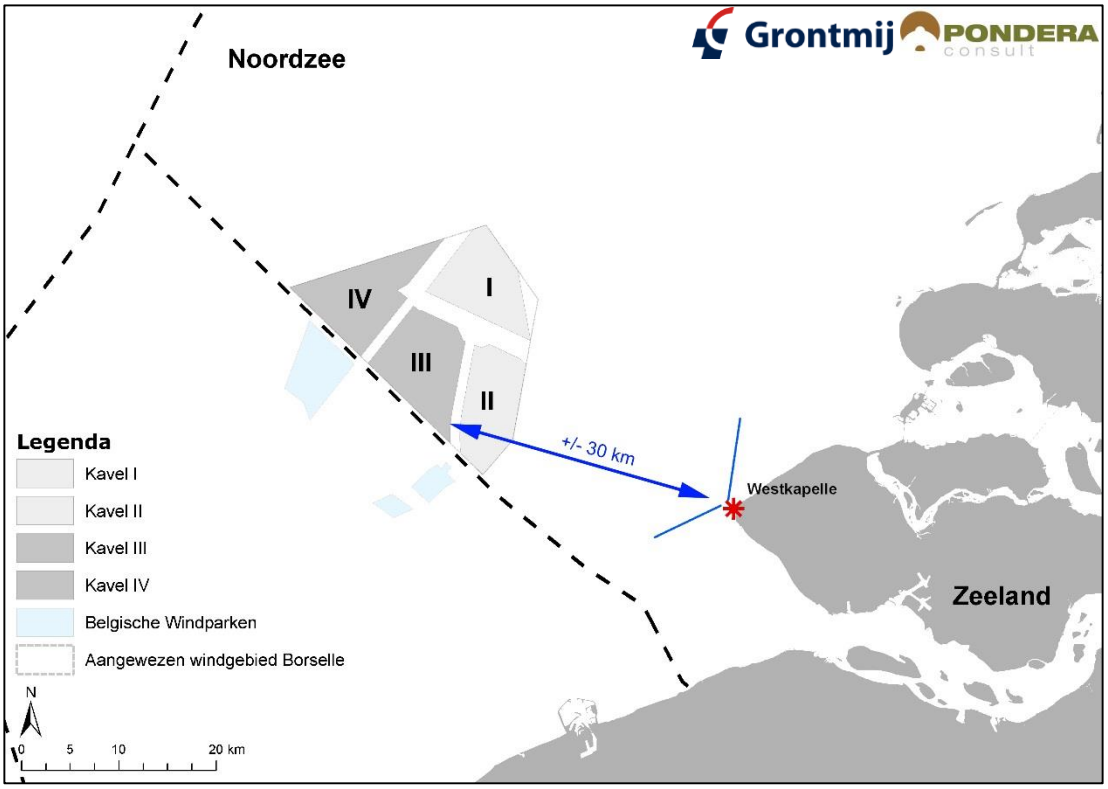
In 2010 is reeds een uitgebreide studie naar zichtbaarheid en maatschappelijke aspecten van windturbines op de Noordzee gedaan.[1] In het kader van de zoektocht naar mogelijkheden voor windparken aan de rand van de twaalfmijlszone, heeft Rijkswaterstaat destijds opdracht gegeven voor dit onderzoek. In onderhavig document zal tevens worden ingaan op de resultaten uit de studie uit 2010. Dit onderzoek gaat in op de zichtbaarheid van de kavels voor offshore windparken voor de kust van Walcheren en Zeeuwsch-Vlaanderen. Voor dit onderzoek wordt gekeken naar de zichtbaarheid van het windpark vanaf Ouddorp en Knokke-Heist, alsmede enkele tussengelegen kustplaatsen. Deze kustplaatsen worden in figuur 1-1 weergegeven.

1.1 Beschrijving van de locatie

Het Ministerie van Economische Zaken is voornemens een tweetal kavels uit te geven voor de realisering van een offshore windpark in de Noordzee voor de kust van Zeeland, genaamd kavel III en IV. De kavels zijn gelegen voor de kust van Walcheren, op circa 30 kilometer vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Westkapelle). Figuur 1.1 geeft de ligging van het plangebied weer. Het zichtaspect van de innovatiekavel is in dit rapport meegenomen in kavel III.

Op dit moment wordt de procedure voor de milieueffectrapportage (m.e.r.) voor dit project doorlopen. Daarbij worden verschillende alternatieven van het windpark onderzocht, die allemaal leiden tot een opgesteld vermogen van maximaal 380 MW. Voor de zichtbaarheid wordt hierbij gewerkt met een onder- en bovengrens van deze invulling. De ondergrens bestaat uit 95 turbines met een ashoogte van 83 meter en een rotordiameter van circa 116 meter (hierna alternatief 1 genoemd) en een bovengrens bestaande uit 38 windturbines met een ashoogte van 140 meter en een rotordameter van circa 220 meter (hierna alternatief 2 genoemd). Tabel 1.1 geeft de kenmerken van de alternatieven weer.

[1] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee



Figuur 1.1 Locatie van de kavels Borssele III en IV

Tabel 1.1 Alternatieven invulling kavels

Alternatief	Turbinetype	Ashoogte (m)	Tiphoogte (m)	Aantal turbines
Alternatief 1	4MW turbine	83,0	141,0	95
Alternatief 2	10MW turbine	140,0	250,0	38

Er zijn nog geen exacte coördinaten bekend van de turbine opstellingen. Voor de analyse worden de buitenranden van de kavelvlakken aangehouden als positie voor de dichtstbijzijnde windturbines, zodat geen onderschatting van de zichtbaarheid kan optreden.

1.2 Opzet en leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines en de technische uitgangspunten en achtergronden die daarbij een rol spelen. Vervolgens worden de uitkomsten van de zichtbaarheidsanalyse besproken. Tot slot worden in hoofdstuk 3 conclusies getrokken.

2 Zichtbaarheid van windturbines

2.1 Inleiding

Zichtbaarheid is een ruim begrip en niet eenvoudig te bepalen. Het hangt van een aantal factoren af of iets zichtbaar is. Ten eerste heeft het menselijke oog beperkingen. Hoewel we scherp kunnen zien en op grote afstand objecten kunnen onderscheiden, zijn er grenzen aan wat we kunnen waarnemen. Ten tweede zijn er meteorologische omstandigheden die de zichtbaarheid beperken. Deze en andere beperkingen die van belang zijn om de term *zichtbaarheid* te begrijpen, worden in paragraaf 2.2 benoemd. In de daaropvolgende paragrafen worden deze begrippen verder toegelicht.

2.2 Zichtbaarheid en zichtbereik

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een viertal factoren af: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden.

Naast deze vier aspecten speelt de zogenaamde horizontale beeldhoek een rol in de mate waarin het windpark het beeld domineert. Deze horizontale beeldhoek heeft echter geen invloed op het zichtbereik. In de volgende paragrafen worden de horizontale beeldhoek en de vier aspecten met betrekking tot zichtbereik verder toegelicht.

2.2.1 *Horizontale beeldhoek*

De horizontale beeldhoek is het aantal graden in horizontale zin dat het windpark beslaat in het beeld van een strandbezoeker. De horizontale beeldhoek heeft geen invloed op het zichtbereik. Het betreft alleen de meting van de breedte van het windpark in het beeld van de strandbezoeker, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. De breedte die het windpark in het beeld van de strandbezoeker inneemt, is mede bepalend voor de dominantie van het windpark in dat beeld. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant[2]. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker.

Vanaf de Nederlandse kust is het op de meeste plaatsen niet mogelijk een vol zicht van 180° op de horizon te hebben. De gebogen kustlijn van Nederland belemmert dit (Nierman et al, 2010). Dit geldt echter niet op alle Zeeuwse eilanden. Daarom wordt in dit geval voor het zichtbeeld van de strandbezoeker de volledige 180° gehanteerd. Onderzocht wordt in hoeveel graden van dit beeld het windpark zichtbaar is, vervolgens wordt een percentage van het totale beeld gegeven.

2.2.2 *Eigenschappen van het object*

De afmetingen, materiaal en kleur van elk object bepalen de zichtbaarheid ervan. Een groter object is beter zichtbaar dan een klein object, dat spreekt voor zich. Maar ook de kleur en het materiaalgebruik zijn van belang. Een lichtblauw of wit object valt minder op tegen een lichte achtergrond dan een donker object. Ook zal een object waarvan het materiaal weinig licht re-

[2] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

flecteert (ofwel absorbeert), minder goed zichtbaar zijn[3]. De turbines zijn voorzien van een matte coating.

Bovendien trekt een bewegend object extra aandacht, doordat een deel van de zenuwen in onze ogen extreem gevoelig is voor beweging[4]. Een draaiende windturbine valt daarom meer op dan bijvoorbeeld een radiomast van gelijke omvang.

2.2.3 *Theoretische zichtbaarheid*

Voordat het zichtbereik bepaald kan worden, dient de theoretische zichtbaarheid te worden berekend. Deze theoretische zichtbaarheid geeft aan tot op welke afstand de turbines zichtbaar zijn. Deze afstand geeft aan tot waar het object niet uit het zicht wordt genomen vanwege de kromming van de aarde of niet meer waarneembaar is met het menselijk oog (de visus).

Kromming van de aarde

Doordat de aarde geen plat vlak is maar een bol, moet rekening gehouden worden met de curve van deze bol, ofwel de kromming van de aarde. Door de kromming van de aarde verdwijnen objecten achter de horizon naarmate de afstand tussen de waarnemer en het object groter wordt (zie schematische weergave in figuur 2.1), ook wel kimduiking genaamd. Bij een waarneemhoogte van 1,6 m (ooghoogte), is dit effect merkbaar vanaf ongeveer 4,5 km. Verder weg zal steeds een groter deel aan de onderzijde van het object niet meer te zien zijn (*x* in figuur 2.1).

De theoretische afstand waarop een object geheel zal verdwijnen is als volgt te berekenen:

$$x = \frac{r}{\sin \beta} - r$$

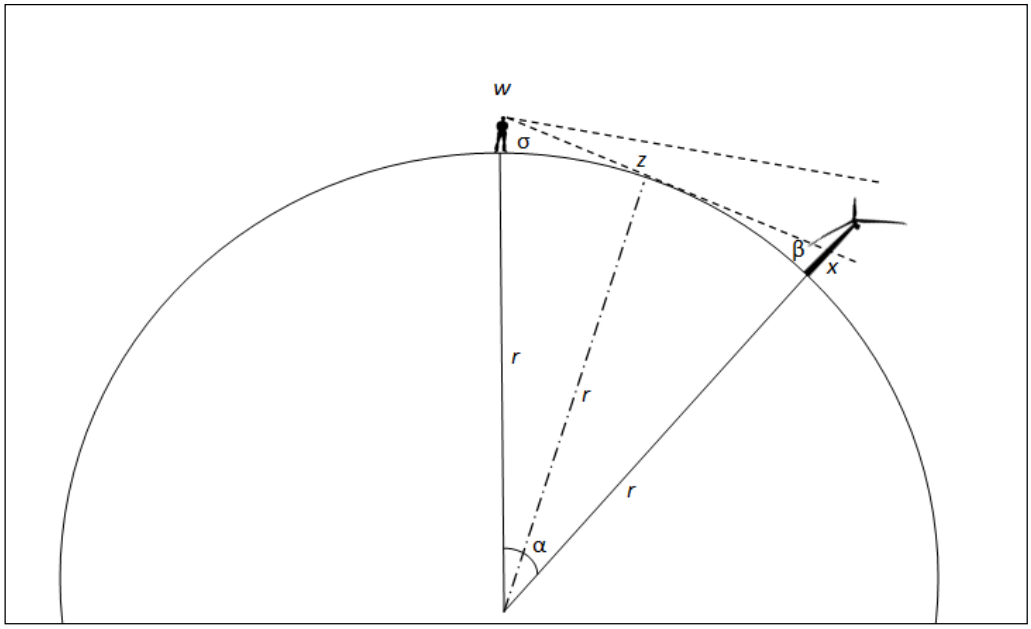
Waarin:

$$\alpha = \frac{d * 360°}{2 \pi r} \qquad \beta = 180^{\circ} - \alpha - \sigma \qquad \sigma = \arcsin \left[\frac{r}{r + w} \right]$$

d	=	kijkafstand in m
r	=	straal van de aarde (6.378.000 m)
w	=	ooghoogte waarnemer (1,60 m)

[3] Lörzing et al, 2007: zichtbaarheid van de Belle van Zuylen-toren

[4] Martinez-Condo & Macknick, 2007: Venster op de Geest



Figuur 2.1 Schematische weergave kromming van de aarde en kimduiking (Bron: Lörzing et al, 2007)

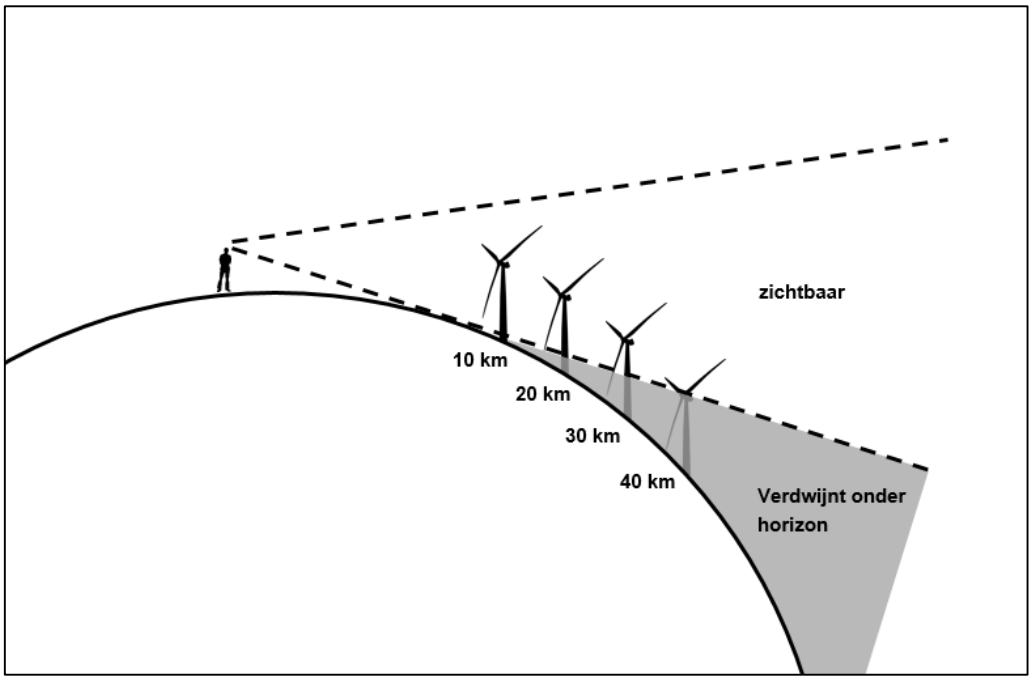
In de tabel 2.1 zijn enkele kernwaarden bij benadering weergegeven voor verschillende afstanden, waarbij opvalt dat het deel van de windturbine dat niet meer te zien is snel groter wordt naarmate de afstand toeneemt. Een windturbine met een tiphoogte van 250 meter (alternatief 2) is pas op een afstand van ongeveer 61 kilometer geheel aan het zicht onttrokken door dit effect.

Tabel 2.1 Verdwijnafstanden door kromming van de aarde

Afstand tot object	Deel niet meer zichtbaar
10 km	2 m vanaf aardoppervlak
20 km	20 m vanaf aardoppervlak
30 km	50 m vanaf aardoppervlak
40 km	100 m vanaf aardoppervlak
50 km	160 m vanaf aardoppervlak
60 km	245 m vanaf aardoppervlak

De verdwijnafstand uit tabel 2.1 kan ook schematisch worden weergeven, zie figuur 2.2.

Voor beide kavels (III en IV) geldt daarmee dat alternatief 1 (95 kleine turbines) vanwege het effect van kimduiking op een afstand van circa 47 km volledig achter de horizon verdwijnt. Voor alternatief 2 (38 grote turbines) is dit 61 km.



Figuur 2.2 Schematische voorstelling kimduiking en windturbines

Visus van het menselijk oog

Het menselijk oog is een zeer gevoelig instrument met een scherp waarnemingsvermogen. Om te bepalen wat het maximale zichtbereik is, moet rekening gehouden worden met de gezichtsscherpte ofwel 'visus' van het menselijk oog. Uit de literatuur kan worden afgeleid dat onder optimale omstandigheden (hoog contrast en goede lichtomstandigheden) het menselijk oog van een jong en gezond persoon, twee objecten van elkaar kan onderscheiden (middenin het blikveld) wanneer deze 0,3 boogminuten uit elkaar liggen[5]. Dit betekent dat een voorwerp van 1 m breed omgerekend nog zichtbaar is op 10 km. Een windturbinemast van 4 m doorsnede kan dus theoretisch, bij optimale omstandigheden, op 40 km afstand nog worden onderscheiden van de achtergrond.

Echter niet alle onderdelen van de windturbine hebben een gelijke omvang en zijn dus op dezelfde afstand nog zichtbaar. De belangrijkste onderdelen van de turbine worden daarom onderscheiden, waarbij wordt uitgegaan van de afmeting van het onderdeel. In de tabellen 2.2 en 2.3 worden deze afmetingen weergegeven.

Dit is alleen mogelijk onder de meest optimale omstandigheden en zal in de praktijk vrijwel niet haalbaar zijn. Om een onderschatting te voorkomen worden deze getallen in deze studie gehanteerd als *worst case*.

[5] Shang, H. and Bishop, I.D., 2000

Tabel 2.2 Afmetingen turbineonderdelen 4 MW turbine (fictief)*

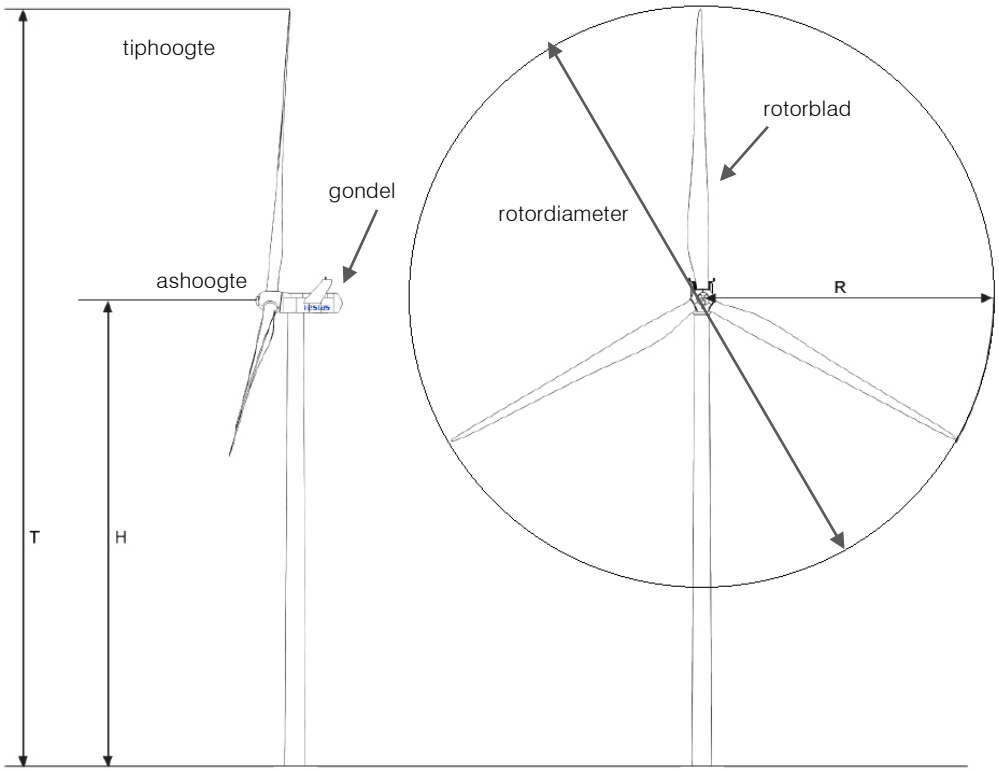
Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]*	Op max. hoogte (m)
Mast (maximale Ø)	4,0	83,0
Gondel (hoogte)	4,2	85,1
Rotorbladen (max. breedte)	4,0	+/- 110,0
Rotortip	0,5	141,0

* Omdat nog geen concrete afmetingen van deze turbine bekend zijn, zijn de afmetingen van één van de grootste turbines op de markt (de Vestas V112) geëxtrapoleerd.

Tabel 2.3 Afmetingen turbineonderdelen 10 MW turbine (fictief)*

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]*	Op max. hoogte (m)
Mast (maximale Ø)	10,0	130,0
Gondel (hoogte)	10,0	140,0
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	+/- 185,0
Rotortip	0,5	250,0

* Omdat nog geen concrete afmetingen van deze turbine bekend zijn, zijn de afmetingen van één van de grootste turbines op de markt (de Vestas V164) geëxtrapoleerd.



Figuur 2.3 Afmetingen windturbine (Bron: Vestas, 2011)

Er is ook onderzoek gedaan naar de werkelijke prestaties van het menselijk oog in relatie tot zichtbaarheid van windturbines[6]. Hieruit is gebleken dat bij extreem helder weer, op 25 km afstand, ongeveer 25 procent van de waarnemers een object nog herkende. Dit betrof turbines met een ashoogte van 50 meter en een rotordiameter van 52 meter.

[6] Bishop, et al, 2002: Determination of thresholds of visual impact the case of wind turbines

Deze getallen zijn van belang bij het interpreteren van de zichtbaarheid. Tot een afstand van 5 km is het hele rotorblad zichtbaar en mag worden aangenomen dat een gemiddeld persoon dit zal kunnen waarnemen, echter daarna zal de zichtbaarheid afnemen, te meer omdat het contrast niet maximaal is. Een witte turbine tegen een blauwe achtergrond is goed zichtbaar, maar er is geen sprake van maximaal contrast. Dit contrast wordt in hoge mate bepaald door de (weers)omstandigheden, en deze zijn vrijwel nooit goed genoeg om de maximale theoretische zichtbaarheid ook daadwerkelijk te kunnen halen.

Theoretische zichtbaarheid van de turbines

Wanneer de kimduiking en de visus van het menselijk oog in acht worden genomen, is de theoretische zichtbaarheid van (onderdelen van) de turbines te berekenen. Hierbij wordt uitgegaan van de hoogte van de turbine en de afmetingen van de turbine-onderdelen. De theoretische zichtbaarheid van de windturbines van beide alternatieven worden in de tabellen 2.4 en 2.5 weergegeven.

Tabel 2.4 Theoretische zichtbaarheid turbine 4 MW

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale Ø)	4,0	40
Gondel (hoogte)	4,2	42
Rotorbladen (max. breedte)	4,0	40
Rotortip	0,5	5

Tabel 2.5 Theoretische zichtbaarheid turbine 10 MW (fictief)

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale Ø)	10,0	61*
Gondel (hoogte)	10,0	61*
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	61*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de theoretische zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 100 km en voor de rotorbladen 73 km.

Voor beide kavels geldt daarmee dat alternatief 1 (95 kleine turbines) op basis van alleen de beperkingen van de visus van het menselijk oog zichtbaar is tot maximaal 42 km en alternatief 2 (35 grote turbines) tot 100 km. Deze afstand is echter slechts theoretisch, aangezien kimduiking zorgt voor het verdwijnen van de turbine op 61 km.

2.3 Meteorologische zichtomstandigheden

De belangrijkste beperkende factor naast de omvang van het object, zijn de meteorologische omstandigheden. Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, welke de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee het zicht verkleinen[7]. Het KNMI berekent uit dagelijkse metingen voor 26 weerstations in Nederland de maximale zichtafstand. Voor dit project is gekozen voor data die beschikbaar zijn van weerstation 310 Vlissingen, aangezien dit het dichtstbijzijnde weerstation betreft. De langjarige gemiddelden gemeten over 1954 - 2014 voor station Vlissingen zijn in tabel 2.6 opgenomen.

[7] KNMI (2012)



Figuur 2.4 Weerstation KNMI Vlissingen Haven (Bron: KNMI, 2014)

Tabel 2.6 Langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand, KNMI station Vlissingen periode 1954-2014.

Zichtafstand	Percentage van de tijd	Equivalent in aantal dagen
> 5 km	81,6 %	298
> 10 km	61,5 %	225
> 20 km	29,3 %	107
> 30 km	6,9%	25

Het equivalent in aantal dagen betreft de aaneengesloten tijd dat een object binnen de gegeven afstand onder de meteorologische omstandigheden zichtbaar is. Dit zijn echter jaargemiddelden, waarbij ook de (relatief) slechte dagen in de herfst en voorjaar zijn meegerekend. Om ook een beeld te schetsen van de voor de toeristische sector meest belangrijke tijd, de zomer, is een zelfde tabel gemaakt waarin alleen de data van de periode van 1 mei tot en met 30 september zijn meegenomen. Deze periode is gekozen op basis van het door de provincie Zeeland vastgestelde zwemseizoen[8]. Dit is in tabel 2.7 weergegeven.

[8] Gedeputeerde Staten Zeeland: Besluit van Gedeputeerde Staten van Zeeland van 27 januari 2015, tot vaststelling van de potentiële zwemplekken Zeeland 2015.

Tabel 2.7 Langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 30/09), KNMI station Vlissingen periode 1954-2014.

Zichtafstand	Percentage van de tijd	Equivalent in aantal dagen
> 5 km	89,6 %	137
> 10 km	72,0 %	110
> 20 km	38,0 %	58
> 30 km	10,4 %	16

De zichtcijfers van het KNMI worden berekend op basis van gemeten waterdeeltjes in de atmosfeer. Deze metingen worden zowel in de dag-periode als ook na zonsondergang uitgevoerd. Aangezien 's nachts voor het menselijk oog de zichtbaarheid sterk vermindert en bovendien mag worden aangenomen dat zeer beperkt mensen aanwezig zullen zijn op het strand, is ook een filter gemaakt voor het tijdstip van de dag. In tabel 2.8 wordt het percentage van de tijd dat een bepaalde zichtafstand mogelijk is weergegeven, waarbij alleen de gegevens van de zomerperiode, tussen 07.00 uur 's ochtends en 21.00 uur 's avonds worden gebruikt.

Tabel 2.8 Langjarig gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 30/09) tussen 7.00 's ochtends en 21.00 uur 's avonds, KNMI station Vlissingen periode 1954-2014.

Zichtafstand	Percentage van de tijd tussen zonsopkomst en zonsondergang
> 5 km	91,8 %
> 10 km	75,6 %
> 20 km	42,1 %
> 30 km	12,8 %

De percentages voor de zomerperiode en dagperiode verschillen, aangezien door de filtering de periode tussen 21:00 – 07:00 uur uit de dataset zijn verwijderd. De gemiddelde maximale zichtafstand ligt gedurende de dagperiode een paar procent hoger dan wanneer het gehele etmaal wordt meegenomen.

2.4 Kavel III en IV Borssele resultaten meteorologische zichtbaarheid

Op basis van de voorgaande analyses zijn voor de beide kavels (III en IV), die zich op respectievelijk minimaal 30 en 40 km uit de kust bevinden, de volgende getallen af te leiden voor meteorologische zichtbaarheid:

Tabel 2.9 Gemiddelde zichtbaarheid van kavel Borssele in de zomerperiode (mei – september)

Kavel	Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Omgerekend aantal dagen	Percentage van de tijd (dagperiode)
III	30 km	10,6%	16	12,8 % (circa 1:55 uur)
IV	40 km	2,0%	3	2,6 % (circa 24 minuten)

Deze getallen zijn van toepassing op een persoon die zich op het dichtstbijzijnde strand bevindt ten opzichte van het windpark (Westkapelle). Voor grotere afstanden nemen de percentages sterk af.

Zo is de zichtbaarheid vanuit Burgh Haamstede (op circa 44 km afstand van kavel III), minder dan 0,6% van de tijd. Vanuit Ouddorp is het windpark op 58 km afstand van kavel III, uitgaande van perfecte omstandigheden, slechts 0,1% van de tijd zichtbaar. In tabel 2.10 en 2.11 wordt het percentage van de tijd dat de respectievelijk kavel III en IV van het windpark zichtbaar zijn

vanaf verschillende kustplaatsen weergegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat afstanden van meer dan 30 kilometer als niet relevant kunnen worden beschouwd.

Tabel 2.10: Gemiddelde zichtbaarheid kavel III in de zomerperiode (mei – september)[9]

Locatie	Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Omgerekend aantal dagen	Percentage van de tijd (dagperiode)
Westkapelle	30 km	10,4%	16	12,8 % (circa 1:55 uur)
Domburg	34 km	3,4%	5	4,7 % (circa 42 min)
Knokke Heist	32 km	3,4%	5	4,7 % (circa 42 min)
Cadzand Bad	35 km	3,4%	5	4,7 % (circa 42 min)
Burgh Haamstede	44 km	0,6%	1	0,7 % (circa 6 min)
Ouddorp	58 km	0,01%	0	0,02 % (circa 0 min)

Tabel 2.11: Gemiddelde zichtbaarheid kavel IV in de zomerperiode (mei – september)

Locatie	Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Omgerekend aantal dagen	Percentage van de tijd (dagperiode)
Westkapelle	40 km	2,0%	3	2,6 % (circa 24 min)
Domburg	42 km	0,6%	1	0,7 % (circa 6 min)
Knokke Heist	44 km	0,6%	1	0,7 % (circa 6 min)
Cadzand Bad	48 km	0,3%	1	0,3 % (circa 3 min)
Burgh Haamstede	47 km	0,3%	1	0,3 % (circa 3 min)
Ouddorp	58 km	0,01%	0	0,02 % (circa 0 min)

2.5 Effectbepaling zichtbaarheid gecombineerd

Naar aanleiding van voorgaande deelanalyses, wordt vervolgens gekeken naar het verschil tussen kavel III en IV en de onderzochte alternatieven (klein en groot) in turbineafmetingen. Bepaald wordt of deze van elkaar onderscheidend zijn.

Horizontale beeldhoek

De alternatieven (groot en klein) zijn niet onderscheidend met betrekking tot de horizontale beeldhoek. Dit komt doordat in alle gevallen de volledige kavel wordt gebruikt voor het plaatsen van de turbines. De horizontale beeldhoeken zoals aangegeven in de voorgaande paragraaf gelden voor beide alternatieven (klein en groot).

Kimduiking

Voor beide alternatieven verdwijnt door de kimduiking een bepaald deel van het windpark achter de horizon. Uitgaande van de dichtstbijzijnde kustlocatie per kavel, respectievelijk 40 kilometer (kavel IV) en 30 km (kavel III), verdwijnt 100m c.q. 50m vanaf het zeeniveau uit het zicht. De turbines worden in beide alternatieven dus niet geheel aan het zicht onttrokken vanaf de dichtstbijzijnde kustlocatie.

Op grotere afstanden treedt echter wel verschil op tussen de alternatieven (klein en groot). Het alternatief met 95 kleine turbines wordt op een afstand van 47 km geheel aan het zicht onttrokken door kimduiking, ongeacht welke kavel wordt gekozen. Het alternatief met 35 grote turbines wordt op een afstand van 61 kilometer geheel aan het zicht onttrokken door kimduiking.

Visus menselijk oog

[9] De verschillen tussen kavel III en IV zijn in de praktijk naar verwachting beperkter, dit is vanwege afronding (interpolatie) in de brondata van het KNMI.

Het verschil in turbine-afmetingen tussen de alternatieven (groot en klein) betekent een verschil van de theoretische zichtbaarheid van het offshore windpark. Grotere objecten zijn immers beter zichtbaar. Theoretisch is het verschil aanzienlijk. Voor het alternatief met de kleine turbines geldt een maximale zichtafstand van 42 km, voor de grote turbines maximaal 100 km. Dit wordt in de praktijk echter nooit gehaald vanwege andere beperkingen (kimduiking, meteorologische omstandigheden).

In tabel 2.12. worden de verschillen in theoretische zichtbaarheid tussen de alternatieven weergegeven.

Tabel 2.12: Alternatieven in relatie tot kimduiking en de visus

	Tiphoogte turbine (m)	Verdwijnafstand kimduiking (km)	Max. afmeting onderdelen (m)	Verdwijnafstand door prestatie menselijke visus (km)	Max zichtafstand (kimduiking + visus) (km)
Alternatief 1	141	47	4,2	42	42
Alternatief 2	250	61	10,0	100	61

Belangrijkste verschil in zichtbaarheid tussen de alternatieven wordt daarmee veroorzaakt door de fysieke afmetingen van de turbines. Dit gaat echter met name een rol spelen op grotere afstanden (> 42 km). De onderzochte ondergrens (kleinste turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn.

Meteorologische zichtbaarheid

Het verschil in turbine afmetingen speelt bij dit aspect geen rol, slechts de afstand tot de kust is leidend. Daarmee zijn alternatieven (kleine en grote turbines) niet onderscheidend. Wel is er verschil tussen de kavels III en IV ten aanzien van dit aspect. Vanaf het dichtstbijzijnde punt langs de kust is kavel III maximaal 12,8% van de tijd (zomerperiode overdag) zichtbaar. Kavel IV daarentegen is maximaal 2,6% van de tijd (zomerperiode overdag) zichtbaar.

2.6 Effectbepaling zichthoeken

De horizontale beeldhoek is het aantal graden in horizontale zin dat het windpark beslaat in het beeld van een strandbezoeker. De horizontale beeldhoek heeft geen invloed op het zichtbereik. Het betreft alleen de meting van de breedte van het windpark in het beeld van de strandbezoeker, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. De breedte die het windpark in het beeld van de strandbezoeker inneemt, is mede bepalend voor de dominantie van het windpark in dat beeld. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant[10]. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker.

Vanaf de Nederlandse kust is het op de meeste plaatsen niet mogelijk een vol zicht van 180° op de horizon te hebben. De gebogen kustlijn van Nederland belemmert dit (Nierman et al, 2010). Dit geldt echter niet op alle Zeeuwse eilanden. Daarom wordt in dit geval voor het zichtbeeld van de strandbezoeker de volledige 180° gehanteerd. Onderzocht wordt in hoeveel graden van dit beeld het windpark zichtbaar is, vervolgens wordt een percentage van het totale beeld gegeven.

De horizontale beeldhoek heeft alleen invloed op het beeld van de kustbezoeker wanneer objecten tot op 30 kilometer gelegen zijn. Om deze reden is alleen voor kavel III vanuit het zichtpunt Westkappele de horizontale beeldhoek bepaald. Deze is weergegeven in tabel 2.13. In deze berekening zijn de bestaande windparken C-Power en Belwind niet meegenomen, noch de toekomstige windparken in België en in kavel I en II in windgebied Borssele.

[10] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

Alternatief I en II (kleine en grote turbines) zijn niet onderscheidend, aangezien altijd het volledige kavelvlak gevuld wordt.

Tabel 2.13: Horizontale beeldhoek vanuit Westkapelle

Locatie	Zichtafstand		Beeldhoek Windpark			% van beeld		
	Kavel III	Kavel IV	Kavel III	Kavel IV	Kavel III+IV	Kavel III	Kavel IV	Kavel III+IV
Westkapelle	30 km	40 km	29,25 ^{0}	n.v.t.	29,25 ^{0}	16,25 %	n.v.t.	16,25%

In figuur 3 in bijlage 2 is een kaartbeeld opgenomen met daarin de horizontale beeldhoek van de in tabel 2.13 genoemde kustplaats.

3 Conclusie

Voor het kavelbesluit Borssele I en II is een zichtbaarheidsanalyse gemaakt. Uit de analyse blijkt dat de kavels zoals voorgenomen maximaal 16,25 % van de horizon in beslag neemt. Dit zal waarneembaar zijn vanaf Westkapelle en Domburg.

Het windpark is in alternatief 2 (35 grote turbines) theoretisch zichtbaar tot op een afstand van 61 kilometer. De theoretische zichtbaarheid houdt echter geen rekening met de meteorologische omstandigheden. De meteorologische omstandigheden vormen de voornaamste beperkende factor in de zichtbaarheid van een offshore windpark.

Wanneer de meteorologische omstandigheden wel worden meegenomen in de analyse, blijkt dat een persoon die tijdens de dag of avond op een zomerdag aan het strand staat en onbelemmerd zicht heeft vanaf de plek met de kortste afstand tot kavel IV (op 40 km), gedurende circa 2% van de tijd minimaal één windturbine van het windpark kan zien. Voor kavel I (op 30 km) is dit gemiddeld 12,8% van de tijd. Omgerekend in aantal dagen per toeristenseizoen (1 mei t/m 30 september) is dit gemiddeld 16 dagen per seizoen voor kavel III en 3 dagen voor kavel IV. Op deze afstanden speelt het onderzochte alternatief (grote of kleine turbines) geen rol.

Deze percentages gelden voor de plek met de kortste afstand tot de kavel (Westkapelle/Domburg). Wanneer bijvoorbeeld vanuit badplaatsen die verder van de kavels zijn gelegen wordt gekeken, neemt dit percentage sterk af. Op afstanden van meer dan 47 km zal het aspect kimduiking er tevens voor zorgen dat alternatief I (kleine turbines) niet meer zichtbaar is.

Omdat op afstanden boven 30 km niet meer kan worden gesproken van een relevante zichtbaarheid, worden deze verschillen als niet significant beoordeeld.

Maximaal 16,25 % van het beeld kan worden gevuld met windturbines van Kavel III als vanuit Westkapelle naar het windpark wordt gekeken. Kavel IV en overige zichtpunten zijn niet relevant, aangezien de waarneming plaatsvindt op een grotere afstand dan 30 kilometer. Na deze afstand is horizonbeslag niet meer relevant.

Bijlage 1

Coördinaten kavels

Coordinaten

De hoekpunten van de kavels hebben de volgende coördinaten (ETRS 1989 UTM Zone N31):

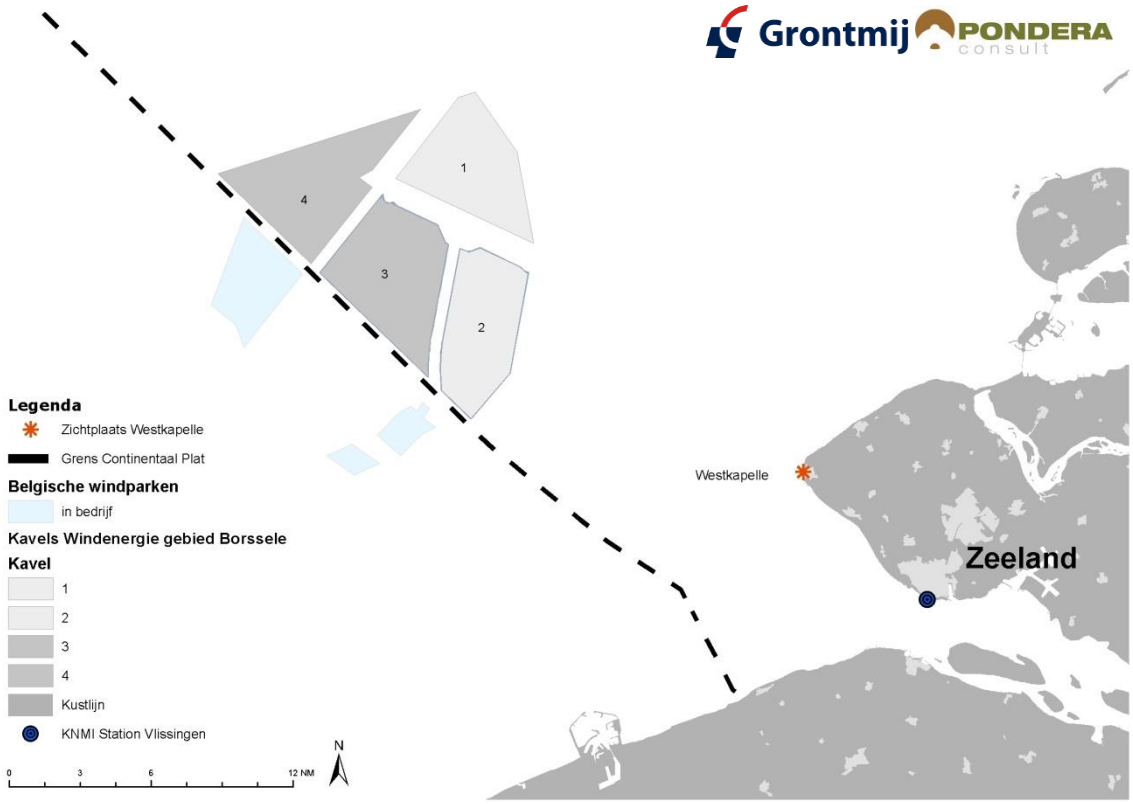
Hoekpunten kavel III		
Punt	**X**	**Y**
1	497175,54530	5730394,46690
2	497184,98858	5730376,88179
3	497195,12621	5730359,68760
4	497205,94202	5730342,91172
5	497217,41878	5730326,58091
6	497229,53820	5730310,72117
7	497242,28097	5730295,35778
8	497255,62677	5730280,51523
9	497269,55435	5730266,21718
10	497284,04150	5730252,48640
11	497299,06513	5730239,34479
12	497314,60131	5730226,81327
13	497330,62528	5730214,91183
14	497347,11149	5730203,65944
15	497364,03368	5730193,07401
16	497381,36487	5730183,17243
17	497399,07746	5730173,97047
18	497417,14320	5730165,48279
19	497435,53331	5730157,72293
20	497454,21849	5730150,70325
21	497473,16895	5730144,43493
22	497492,35449	5730138,92798
23	497511,74455	5730134,19115
24	497531,30821	5730130,23200
25	497551,01430	5730127,05685
26	497570,83142	5730124,67074
27	497590,72798	5730123,07749
28	497610,67228	5730122,27963
29	497630,63254	5730122,27844
30	497650,57693	5730123,07391
31	497670,47369	5730124,66477
32	497690,29109	5730127,04850
33	497709,99756	5730130,22130

34	497729,56170	5730134,17810
35	498892,25120	5729587,92160
36	499353,36270	5729371,28160
37	499814,47430	5729154,64150
38	501400,93930	5728409,28620
39	502011,56480	5727018,68290
40	502231,13470	5726933,10560
41	500831,19990	5719450,18510
42	500697,23100	5718257,75760
43	500671,65270	5717925,78390
44	500655,94010	5717378,08160
45	500658,87940	5716785,87670
46	500670,74770	5716509,00870
47	492218,64230	5724695,43120
48	496879,98890	5730533,53100
49	496881,00530	5730532,84810

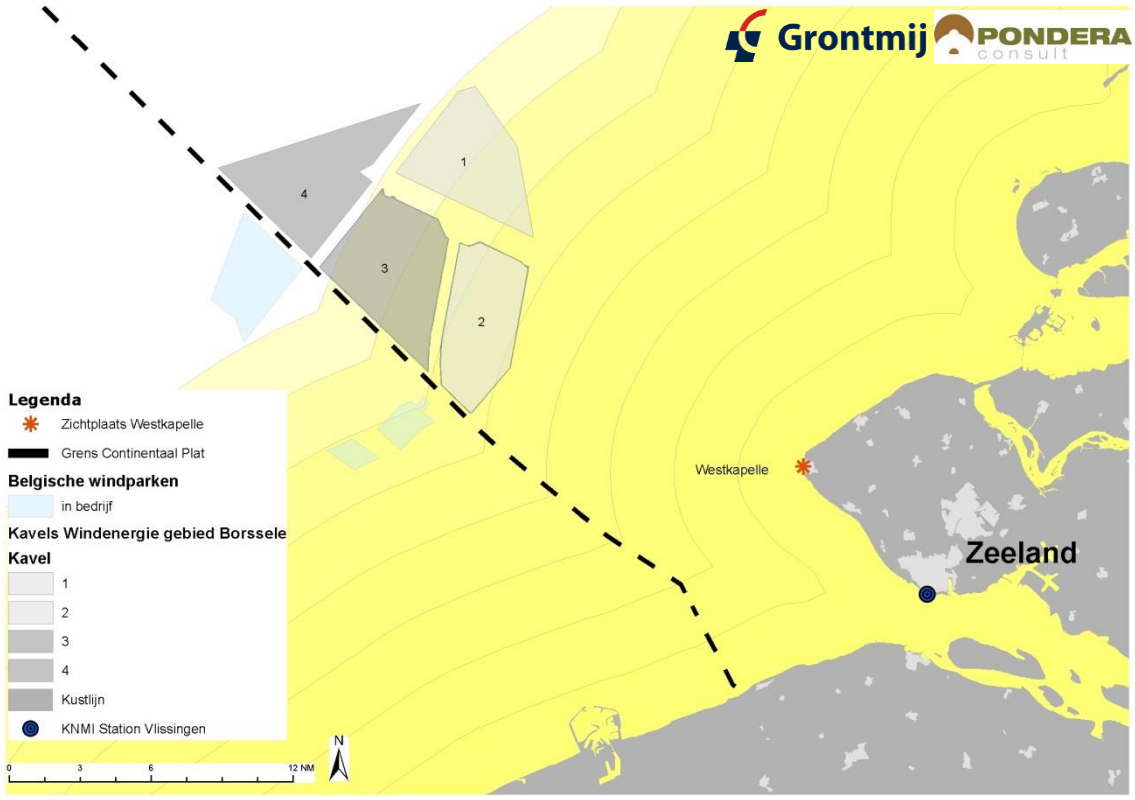
Hoekpunten kavel IV		
Point	**X**	**Y**
1	484178,54600	5732482,79570
2	500103,74850	5737526,13230
3	496317,07620	5732786,26200
4	495271,39510	5732172,67770
5	496290,66900	5731396,15720
6	491497,54470	5725393,86190

Bijlage 2

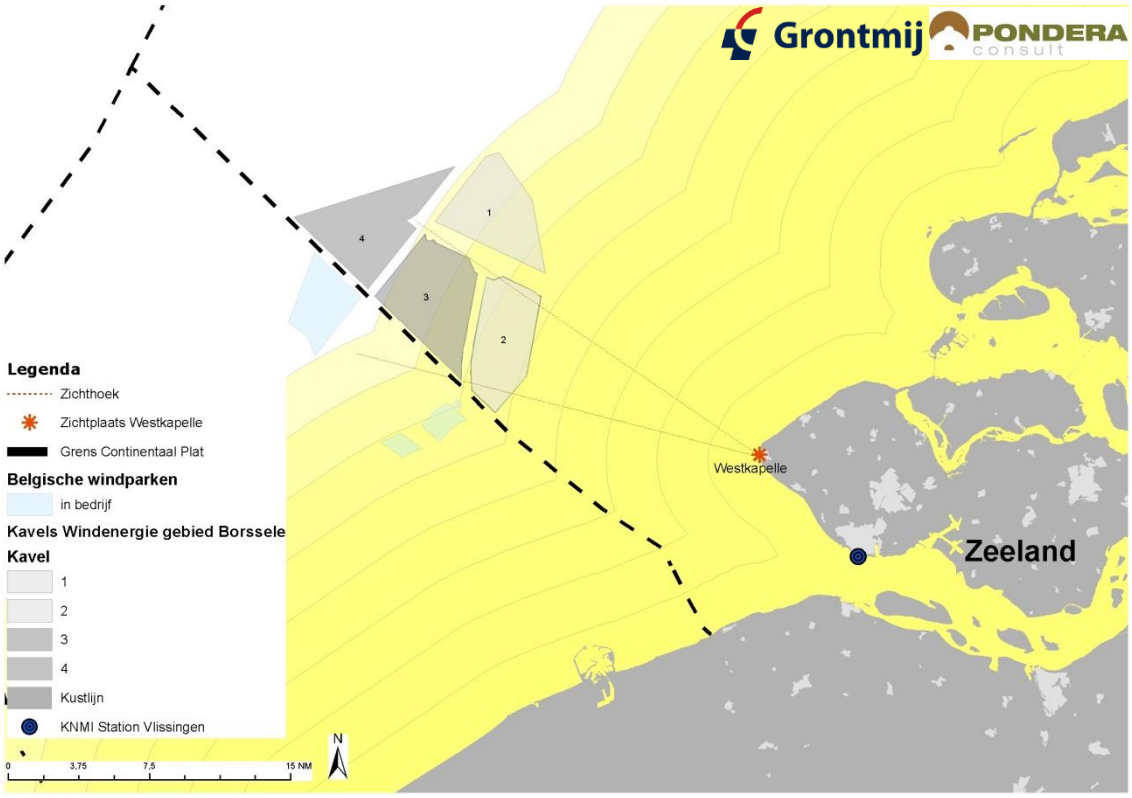
Gebruikte afkortingen en begrippen



Figuur 1 Ligging KNMI station Vlissingen



Figuur 2 Afstand kavels t.o.v. kustlijn (Gele vlakken zijn geleidelijke schaal zichtafstand per 5km)



Figuur 3 *Horizontale beeldhoeken Borssele III (Gele vlakken zijn geleidelijke schaal zichtafstand per 5km)*

Bijlage 6

Veiligheidsstudie scheepvaartveiligheid



EFFECTEN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID VOOR WINDENERGIEGEBIED BORSSELE

Veiligheidsstudie voor kavels III en IV

Eindrapport

Rapport Nr. : 28655-1-MSCN-rev.1
Datum : 16 oktober 2015

Paraaf Management:

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 47 99 11
F +31 317 49 32 45

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

EFFECTEN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID VOOR WINDENERGIEGEBIED BORSSELE

Veiligheidsstudie voor kavels III en IV

Opdrachtgever : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt

Revisienr.	Status	Datum	Auteur	Voor gezien
0	Concept	20 juli 2015	L. van Schaijk	Y. Koldenhof
1	Eind	16 oktober 2015	L. van Schaijk	Y. Koldenhof

INHOUDSOPGAVE

Pag.

1 INLEIDING 5

2 DOELSTELLING 6

3 WERKWIJZE 7
3.1 SAMSON 7
3.2 Effect van het windpark 9
3.3 Modelinvoer en uitgangspunten 10
3.3.1 Verkeer 10
3.3.2 Gebruikte modellen 12
3.4 Gevolgschade 13
3.4.1 Schade aan windturbine en schip 13
3.4.2 Bepalen van persoonlijk letsel 16
3.5 Effecten voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur 16
3.6 Cumulatieve effect 17

4 RESULTATEN 18
4.1 Kavel III 18
4.1.1 Locatie, scenario's en configuraties 18
4.1.2 Aanvarings-/ aandrijvingsfrequenties windparken 20
4.1.3 Gevolgschade 22
4.1.3.1 Schade aan het schip 22
4.1.3.2 Schade aan de windturbines 22
4.1.3.3 Milieuschade 22
4.1.3.4 Persoonlijk letstel 24
4.2 Kavel IV 25
4.2.1 Locatie, scenario's en configuraties 25
4.2.2 Aanvarings-/aandrijvingsfrequenties windparken 26
4.2.3 Gevolgschade 27
4.2.3.1 Schade aan het schip 27
4.2.3.2 Schade aan de windturbines 27
4.2.3.3 Milieuschade 28
4.2.3.4 Persoonlijk letsel 29
4.3 Effecten en overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur 30
4.3.1 Aantal aanwezige schepen 30
4.3.2 Veiligheid 30
4.3.3 Economisch effect 30
4.3.4 Emissies 30
4.3.5 Lokale effecten wijziging routestructuur 32
4.4 Het effect van het werkverkeer op het risico 34
4.5 Het cumulatieve effect 34
4.6 Radardekking van de Nederlandse havens 35
4.7 Kruisende scheepvaart 35
4.7.1 Ontmoeting tussen schepen op de doorgaande vaarroutes 35
4.7.2 Ontmoeting met een schip <24 m dat Kavel IV verlaat in westelijke richting 36
4.8 Effecten scheepvaartveiligheid bij het openstellen van kavels III en IV 37
4.8.1 Aanvaring met een windturbine als gevolg van een navigatiefout 37
4.8.2 Aandrijving met een windturbine als gevolg van een motor- of stuurstoring 37
4.8.3 Aanvaring met een windturbine als gevolg van turbulentie van de turbines 39

4.8.4 Effecten als gevolg van het moeten omdraaien van schepen als ze bij de Belgische grens komen 39

5 MAATREGELEN 40
5.1 Gebruik van AIS 40
5.2 Inzet van een ETV (Emergency Towing Vessel) 40
5.3 Autonome ontwikkeling uitstroom van olie 41

6 CONCLUSIES 43
6.1 Kavel III 43
6.2 Kavel IV 44
6.3 Overige effecten 45

REFERENTIES 46

APPENDIX A1: A1
Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW) A1

APPENDIX A2: A7
Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW) A7

APPENDIX B1: B1
Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW) B1

APPENDIX B2: B7
Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW) B7

1 INLEIDING

De aanwezigheid van een offshore windpark heeft consequenties voor het scheepvaartverkeer in de buurt van een windpark. Een windpark heeft een direct effect op de verkeersveiligheid door het aanvarings- of aandrijvingsrisico van de turbines door de schepen. Sommige schepen zullen daarnaast alternatieve routes kiezen of omvaren, resulterend in veranderingen in transportkosten en emissies. De veranderingen van de verkeersstromen rond het windpark kunnen bovendien resulteren in toename van het aanvaringsrisico van schepen onderling (indirect effect).

Dit rapport beschrijft de veiligheidsstudie voor kavels III en IV van het offshore windenergiegebied Borssele die MARIN in opdracht van Grontmij heeft uitgevoerd. De resultaten van deze studie zullen worden verwerkt in de milieueffectrapportage (MER) welke door Grontmij zal worden opgesteld.

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. Wanneer men hiermee bekend is, kan het tweede deel van het hoofdstuk worden overgeslagen.
De resultaten van de veiligheidsstudie voor kavels III en IV van het windenergiegebied Borssele worden gegeven in Hoofdstuk 4. In Hoofdstuk 5 wordt ingegaan op eventuele maatregelen die het risico voor de scheepvaart kunnen verkleinen. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies van de studie.

2 DOELSTELLING

Het doel van de studie is om voor twee inrichtingsvarianten van Kavel III en van Kavel IV van windenergiegebied Borssele de risico's voor de scheepvaart te bepalen. Dit wordt gedaan door de aanvarings- en aandrijvingsfrequenties van de windturbines te bepalen, net als de verwachte frequenties en volumes van de olie-uitstroom. Ook wordt er gekeken naar de verandering in de veiligheid als gevolg van een wijziging in de routestructuur. Voor deze berekeningen wordt er aangenomen dat het gehele windenergiegebied (kavels I, II, III en IV) wordt afgesloten voor verkeer.

Aanvullend wordt kwalitatief gekeken naar het risico van kruisende scheepvaart en naar de effecten van het openstellen van de kavels voor schepen tot 24 meter. Daarnaast wordt kort besproken wat de effecten zijn van schepen die door windenergiegebied Borssele varen, maar om moeten draaien als ze bij de Belgische windparken komen, en wat het effect is van turbulentie van de turbines op zeilschepen.

3 WERKWIJZE

In dit hoofdstuk wordt de generieke werkwijze bij veiligheidsstudies voor windparken beschreven. Deze beschrijving is op veel punten identiek aan de beschrijving uit voorgaande windparkstudies, maar wijkt ook op een aantal onderdelen af. In 3.3 worden tevens de modelinvoer en uitgangspunten beschreven zoals deze gebruikt worden in deze studie.

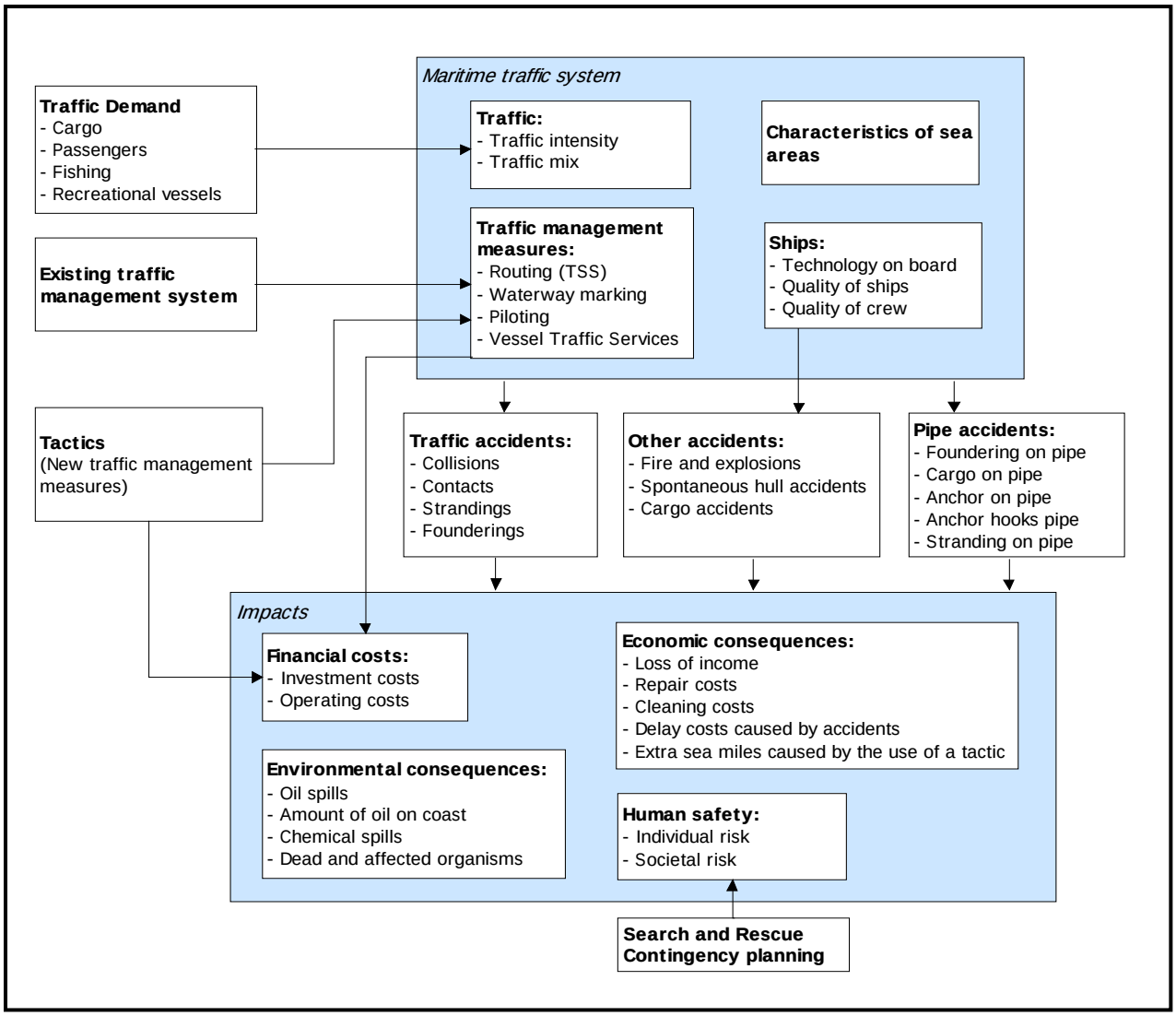
3.1 SAMSON

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 Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de frequenties 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” (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok “Impacts” bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.



Figuur 3-1 Systeemdiagram SAMSON

3.2 Effect van het windpark

De aanleg van een windpark heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door een toekomstig 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. De mate waarin de verkeersafwikkeling beïnvloed wordt, hangt af van de grootte en ligging van het windpark. Voor de locatie van het windpark wordt daarom een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon wordt opgenomen. 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 aanvarings- of aandrijvingsfrequentie van 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 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 en veiligste verbindingen tussen havens omvatten; er wordt rekening gehouden met ondieptes, diepgang van schepen en andere obstakels.
De linkstructuur gaat uit van de nieuwe routestructuur op de Noordzee, zoals deze vanaf 1 augustus 2013 geldt. In deze routestructuur is al rekening gehouden met de mogelijke ontwikkeling van een aantal toekomstige windparken. Daarnaast wordt er uitgegaan van de volledige afsluiting van het windenergiegebied aan de Belgische zijde; doorvaart is hier niet mogelijk.
De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes zijn 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 List Intelligence (voorheen Lloyd’s Marine Intelligence Unit) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt, betrof alle scheepsreizen van het jaar 2012. Bij het toewijzen van het verkeer worden de aantallen schepen varend van vertrekpunt A naar bestemming B uit 2012 gerouteerd over de huidige routestructuur.

Op basis van deze verkeersintensiteiten van 2012 is een voorspelling gemaakt voor de intensiteiten in 2020 aan de hand van de groei in het zeegebied tussen Antwerpen en Hamburg in de periode 2000 tot 2012. De gemiddelde groei in het Antwerpen-Hamburg zeegebied in deze periode laat een daling zien van 0,4% in het aantal scheepsbewegingen en een groei van 3,6% in de scheepsgrootte, maar toont aanzienlijke verschillen voor de verschillende scheepstypes en scheepsgroottes. Met deze verschillen wordt rekening gehouden in de verkeersdatabase voor 2020. De afname in het aantal scheepsbewegingen heeft met name in de laatste jaren plaatsgevonden als gevolg van de crisis, in de studie “Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied Hollandse Kust” [3] werd namelijk nog een groei in de scheepsbewegingen gezien van 0,5% per jaar. Toen werden de aantallen uit 2000 vergeleken met die van 2008. Verwacht wordt dat in ieder geval tot 2014 het aantal

scheepsbewegingen nog afneemt als gevolg van de crisis en schaalvergroting in de scheepvaart, zoals ook blijkt uit de resultaten van de studie "Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel" [4], maar dat het aantal scheepsbewegingen in de komende jaren weer toe zal nemen.
In deze studie wordt daarom opnieuw uitgegaan van een groei van 0,5% per jaar ten opzichte van het niveau in 2012. Dit niveau is lager dan het aantal scheepsbewegingen in 2008, de uiteindelijke intensiteiten in 2020 zullen daarmee lager uitkomen dan eerder werd verwacht [3]. Daarnaast is de verwachting dat de intensiteiten van de verkeersdatabase voor 2020 pas enkele jaren later worden bereikt vanwege de huidige crisis.

Voor beide windparklocaties (kavels III en IV) wordt één aangepaste verkeersdatabase gebruikt, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het *routegebonden* verkeer niet door windenergiegebied Borssele vaart. Alle vier de kavels worden afgesloten van verkeer aangezien ze onderdeel zijn van het aangewezen windenergiegebied Borssele en het waarschijnlijk is dat bij een toekomstige vergunning van kavels III en IV, ook kavels I en II vergund zullen worden. De aanvarings- en aandrijvingsfrequenties voor de turbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de vier kavels vrijgemaakt zijn van verkeer. Dit is dezelfde verkeersdatabase als in de veiligheidsstudie voor kavels I en II [11] is gebruikt; de routegebonden verkeersstromen veranderen niet indien naast kavels I en II ook kavels III en IV afgesloten worden van routegebonden verkeer.

Het *niet-routegebonden* verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. 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 is gebaseerd op de aantallen voortgekomen uit verschillende bronnen. Een daarvan is het VerkeersOnderzoek 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 werd een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai voer zag, werd de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later werden andere scheepskenmerken toegevoegd en werden alle waarnemingen verwerkt.

Binnenkort kan een betere verdeling van deze scheepvaart bepaald worden aangezien steeds meer niet-routegebonden schepen al dan niet verplicht zijn uitgerust met een AIS-transponder. Voor de tussenfase is voor de visserij op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) gebruik gemaakt van de Vessel Monitoring through Satellite (VMS) gegevens van 2009 van Nederlandse vissersschepen op het NCP. VMS-gegevens zijn satellietgegevens met informatie over de verspreiding van de visserijvloot door de tijd. Vissersschepen groter dan 15m waren in dat jaar VMS-plichtig. Aangezien de VMS-gegevens gevoelige informatie bevatten, kon de data alleen anoniem voor de Nederlandse vloot ter beschikking worden gesteld. Het aandeel van de Nederlandse vloot op het NCP is 80%. Daarom zijn de cijfers vermenigvuldigd met 1.25. Door een koppeling met EU-logboeken (VIRIS database) is de scheepslengte achterhaald. De activiteit van een schip op het moment van registratie (varend of vissend) is vastgesteld op basis van de vaarsnelheid, het vistuig en in sommige gevallen het motorvermogen van het schip.

Voor de supply- en werkvaart is naast de gegevens beschikbaar vanuit VONOVI ook gebruik gemaakt van de gegevens beschikbaar in de scheepsreizendatabase van Lloyd's List Intelligence. Hiervoor zijn dus de gegevens gebruikt gebaseerd op 2012 met een voorspelling voor 2020. Het gaat hierbij wel om de grotere supply- en werkschepen die veelal standaardroutes varen en dus toegewezen worden aan de routestructuur.

Voor de berekeningen van het niet-routegebonden verkeer wordt voor het NCP en BCP gebruik gemaakt van de verkeersdichtheid voor de visserij, supply-, werk- en recreatievaart gebaseerd op verschillende bronnen:

- Recreatievaart: VONOVI-vluchten van 1999-2001. Voor deze groep schepen is geen recente en volledige alternatieve databron beschikbaar. Binnen een ander project voor RWS (onderhoud SAMSON-model) zal hiervoor een update gemaakt worden, deze was niet beschikbaar tijdens de uitvoering van de studie voor kavels III en IV.
- Visserij: Voor het NCP is gebruikgemaakt van VMS-gegevens van 2009 waarbij de cijfers zijn vermenigvuldigd met 1.25 ter compensatie van de niet-Nederlandse vloot. Deze VMS-gegevens, in vergelijking met de visserijgegevens van de VONOVI-vluchten, toonden aan dat er sinds 2000 een daling van 40% in de visserijbeweging heeft plaatsgevonden. Deze inkrimping van 40% in de 9 jaar tussen 2000 en 2009 wordt ook voor het Belgische deel van de Noordzee als realistisch ervaren door experts en is daarom voor het BCP ingebracht in de scenario's in deze studie. Aangezien het niet bekend is hoe de visserij zich verder ontwikkelt is er geen verdere afname of toename van de visserij gemodelleerd voor de situatie in 2020. Het overgrote deel van de niet-routegebonden scheepvaart bestaat uit vissers.
- Werk- en supplyvaart: de dichtheid van de kleinere werk- en supplyvaart is gebaseerd op de gegevens van de VONOVI-vluchten.

De aanvarings- en aandrijvingsfrequenties voor de turbines voor het niet-routegebonden verkeer worden bepaald voor deze verkeersdatabase. Hierbij wordt tevens uitgegaan van de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV.

3.3.2 Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van beide windparken voor de scheepvaart te kwantificeren op de locatie van de windparken 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 navigatiefout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van de windparken voor de scheepvaart buiten de windparklocaties te kwantificeren, wordt het risiconiveau met en zonder de windparken vergeleken. Deze effecten zijn het gevolg van een verandering in de routestructuur; het verkeer dat eerst door het windenergiegebied voer, wordt nu buitenom geleid. Om het "algemene" risiconiveau vast te stellen worden de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Stranden
    - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)

De effecten op de aanvarings- en aandrijvingsfrequenties voor platformen en pieren als gevolg van een verandering in de verkeersafwikkeling worden in deze studie niet berekend. De platformen en pieren op de Noordzee liggen namelijk zo ver van het windenergiegebied en de gewijzigde verkeersstromen af waardoor deze frequenties niet veranderen.

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.

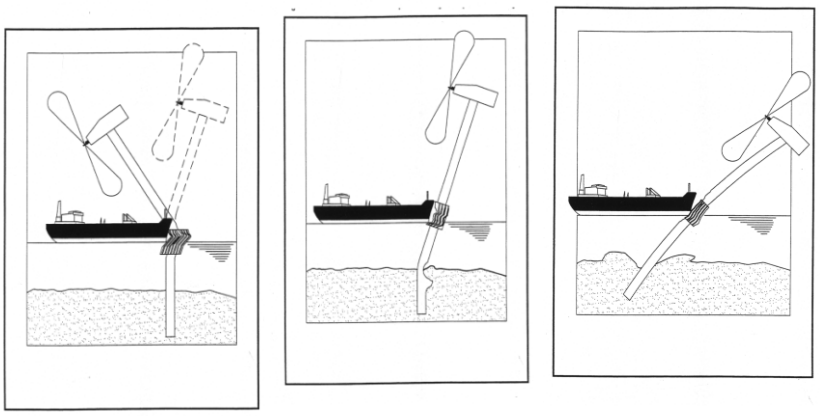
Van de schepen welke in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de maximale energie aanwezig in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met een ander schip of een object komt. 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 wordt gepresenteerd per scheepstype met de daarbij behorende frequenties 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 [5]. 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 de impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast vast blijft zitten. Tenslotte 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 in geval 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 [5] 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 5-10%) 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 zijn 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).

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

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	**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

[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 schade in termen van persoonlijk letsel 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 als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Het gebied van een windpark indien het eenmaal gebouwd is, vormt een "verboden" gebied voor alle scheepvaart (met uitzondering van reparatie/onderhoudsvaartuigen). Hierbij wordt aangenomen dat er geen doorvaart toegestaan wordt (voor een kwalitatieve beschouwing voor het wel toelaten van verkeer kleiner dan 24 meter zie 4.7 en 4.8). Het is dus goed mogelijk dat schepen een andere route moeten volgen dan voor de bouw van het windpark. Hierdoor verandert het verkeersbeeld rond het windpark met een mogelijke verandering in de scheepvaartveiligheid als gevolg. Het aantal afgelegde scheepsmijlen kan door de aanwezigheid van het windpark toenemen.

De verandering in de scheepvaartveiligheid, de toename van de afgelegde scheepsmijlen, de extra kosten en de CO_2-uitstoot worden berekend door de resultaten

voor de verkeerssituatie met het windpark te vergelijken met de situatie zonder windpark, de zogenaamde autonome situatie.
In de POLSSS (POLicy for Sea Shipping Safety) studie [2] voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (DGG) (nu Directoraat-Generaal Bereikbaarheid) is gebruikgemaakt van een scorekaart voor het weergeven van effecten voor de scheepvaart van maatregelen. De aanwezigheid van een windpark heeft over het algemeen invloed op de verkeersafwikkeling en heeft daardoor effect op de veiligheid voor de scheepvaart. Van de POLSSS-scorekaart is de windpark-scorekaart afgeleid door een aantal (voor een 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, zijnde de situatie zonder windpark.

Voor ieder item van de scorekaart wordt het totaalresultaat voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) en voor een lokaal gebied 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 gemiddelde aantal aanwezige schepen in de EEZ en in het lokale gebied 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.
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een motorstoring (driften).
- Het aantal schepen dat gemiddeld per jaar zinkt.
- Het verwachte aantal incidenten per jaar dat er door externe omstandigheden een gat in de huid ontstaat, waardoor bijvoorbeeld olie in zee kan stromen.
- Het totale aantal ongevallen per jaar.

3.6 Cumulatieve effect

Naast de kavels van windenergiegebied Borssele beschreven in dit rapport wordt een aantal andere windparken gebouwd op de Noordzee. Het cumulatieve effect van deze windparken op de verkeersveiligheid wordt, in tegenstelling tot eerdere veiligheidsstudies, niet apart inzichtelijk gemaakt, maar wordt als basissituatie beschouwd. De nieuwe routestructuur die vanaf 1 augustus 2013 van kracht is gegaan, houdt namelijk al rekening met deze windparken. Het cumulatieve effect dat deze toekomstige windparken kunnen hebben op de scheepvaartroutes, wordt dus al opgevangen door de nieuwe routestructuur. Tevens wordt er in de berekeningen voor kavels III en IV gecumuleerd over kavels I en II; aangenomen wordt dat bij vergunning van kavels III en IV, kavels I en II ook vergund worden.

4 RESULTATEN

In 4.1 worden eerst de doorgerekende scenario's en varianten beschreven, gevolgd door de aanvarings-/aandrijvingsfrequenties en de gevolgschade voor Kavel III. 4.2 beschrijft hetzelfde alleen dan voor Kavel IV. Hierbij wordt verondersteld dat er geen verkeer is in windenergiegebied Borssele. Gedetailleerde resultaten per kavel en variant worden gegeven in verschillende tabellen in de appendices. Voor beide kavels en varianten is daarin eenzelfde set tabellen gegeven. In de tekst in dit hoofdstuk wordt voor beide kavels alleen verwezen naar de appendix-tabellen voor de eerste variant. In de appendix zijn bovendien voor beide varianten de lay-outs van de kavels in een figuur weergegeven, waarin tegelijkertijd de aanvaringsfrequenties grafisch zijn aangegeven. De routegebonden schepen worden in de tabellen verkort weergegeven met "R-schepen" en de niet-routegebonden schepen worden aangeduid met "N-schepen".
De overige effecten worden voor beide kavels samen beschreven vanaf 4.3.

4.1 Kavel III

4.1.1 Locatie, scenario's en configuraties

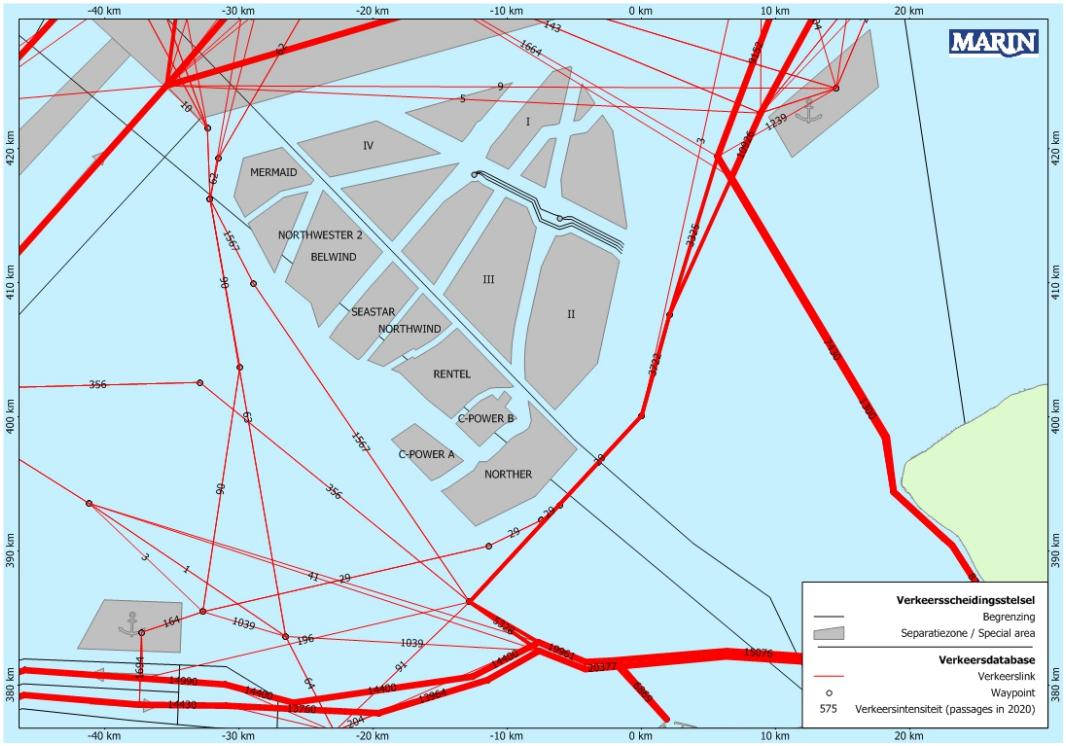
Verkeer rond Kavel III van windenergiegebied Borssele wordt beïnvloed door reeds aanwezige of nog te bouwen windparken in de omgeving. In deze studie wordt er daarom vanuit gegaan dat het windenergiegebied aan de Belgische zijde afgesloten is voor verkeer en wordt er gewerkt met de routering welke is opgesteld voor 2020. Deze situatie wordt beschouwd als het nul-alternatief in deze studie, windenergiegebied Borssele is hierin niet aanwezig. De routegebonden verkeersdatabase die hierbij hoort, wordt weergegeven in Figuur 4-1. Kavels I, II, III en IV van windenergiegebied Borssele zijn hierin ter indicatie weergegeven, evenals de platforms en kabeltracés van TenneT.

Daarnaast wordt er in deze studie gewerkt met het scenario voor het verkeer in 2020 waarin kavels I, II, III en IV van windenergiegebied Borssele afgesloten zijn voor verkeer. Doordat er links zijn die in het nul-alternatief door of vlak langs kavels I en IV lopen (zie Figuur 4-1), worden deze links bij de routering van dit scenario verlegd. De routegebonden verkeersdatabase die bij dit scenario hoort, is weergegeven in Figuur 4-2. Hierin zijn opnieuw alle vier de kavels van windenergiegebied Borssele en de platforms en kabeltracés van TenneT weergegeven.

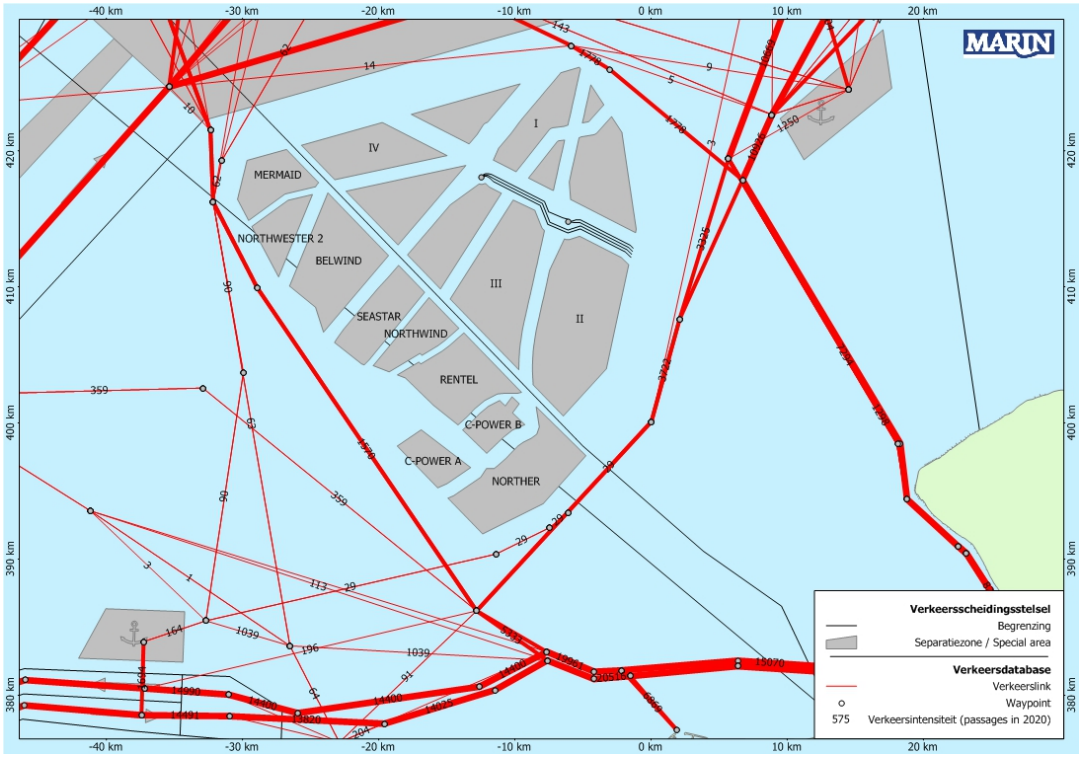
Tabel 4-1 geeft een overzicht van de twee verkeersscenario's in deze studie.

Tabel 4-1 Overzicht van alle verkeersscenario's

Verkeersscenario	Windparken aanwezig
Nul-alternatief	Windenergiegebied België
Borssele kavels I, II, III en IV	Windenergiegebied België Borssele Kavel I Borssele Kavel II Borssele Kavel III Borssele Kavel IV



Figuur 4-1 ***Verkeerssituatie voor 2020 in het nul-alternatief waarin alle Belgische windparken worden afgesloten maar het verkeer geen rekening hoeft te houden met windenergiegebied Borssele.***



Figuur 4-2 ***Verkeerssituatie voor 2020 voor het scenario waarin kavels I, II, III en IV van windenergiegebied Borssele afgesloten zijn voor verkeer, net als het windenergiegebied aan de Belgische zijde.***

Het niet-routegebonden verkeer wordt als dichtheid meegenomen in de berekeningen. Het gemiddeld aantal aanwezige niet-routegebonden schepen in de gridcellen, die het gehele windenergiegebied Borssele dekken, is 0.6233. Dit betekent dat wanneer op

willekeurige momenten een luchtfoto gemaakt wordt van het gehele windenergiegebied Borssele er gemiddeld op 6 van de 10 foto's een niet-routegebonden schip zichtbaar is. In de berekeningen wordt aangenomen dat alle vier de kavels geheel worden afgesloten van verkeer, dus ook voor het niet-routegebonden verkeer. Dit betekent dat de schepen die eerst in de kavels voeren nu naar de rand van de kavels verplaatst worden. Het totale aantal gemiddelde aanwezige schepen verandert dus niet, maar de locatie waar ze varen wel. Gemiddeld genomen is ongeveer 25% van de aanwezige niet-routegebonden schepen recreatievaart, 25% kleinere supply-/werkvaart en 50% visserij.

Voor Kavel III zijn er in deze studie twee configuraties doorgerekend. De gehanteerde gegevens per configuratie zijn gegeven in Tabel 4-2. De turbineposities zijn in detail weergegeven in Figuur A1-1 en Figuur A2-1. Hierbij zijn ook de uiteindelijke aanvarings- en aandrijvingsfrequenties grafisch weergegeven.

Tabel 4-2 Configuratiegegevens varianten windenergiegebied Borssele Kavel III

	Turbines			Fundering	
Variant	Aantal	Vermogen	Rotor diameter	Type	Afmeting
K3_4MW	95	4 MW	140 m	jacket	17 x 17 m
K3_10MW	38	10 MW	221 m	monopile	Ø 10 m

Het nul-alternatief wordt alleen doorgerekend om de effecten van het verschuiven van de verkeersroutes op de verkeersveiligheid buiten de kavel te berekenen.

4.1.2 Aanvarings-/ aandrijvingsfrequenties windparken

Door de aanwezigheid van het windpark op Kavel III is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de frequentie dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. De resultaten van deze berekening worden gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor de gehele kavel.

In Tabel A1-1 van Appendix A staan voor variant K3_4MW de aanvarings- en aandrijvingsfrequenties per windturbine. Figuur A1-1 toont een grafische weergave hiervan. Voor variant K3_10MW staan deze frequenties in Tabel A2-1 en Figuur A2-1. Voor het gemak zal in het vervolg alleen worden verwezen naar het tabel- of figuurnummer van de eerste variant.

In Tabel A1-1 in Appendix A staat het totaal verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor de gehele kavel.
Uit deze tabellen en figuren blijkt dat alle windturbines een ongeveer gelijke aanvaringsfrequentie hebben. Dit komt doordat de afstand van de verkeersroutes en het niet-routegebonden tot de turbines nagenoeg gelijk is voor alle turbines. Kavel III ligt in het midden tussen kavels I, II en IV en de windparken aan de Belgische zijde waardoor de aanvaringsfrequenties vooral het gevolg zijn van mogelijke aandrijvingen.

Tabel 4-3 bevat de aanvarings-/aandrijvingsfrequenties per jaar voor beide varianten gesommeerd over alle windturbines. Uit de tabel blijkt dat voor variant K3_4MW de frequenties hoger zijn dan voor variant K3_10MW. Dit komt vooral door het hogere aantal turbines. De totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie voor variant K3_4MW is 0.034428.

De aanvaringsfrequenties worden voor een groot gedeelte bepaald door de afstand van de verkeersstromen tot de turbines. Voor de aandrijvingsfrequentie speelt naast de afstand tot de vaarroutes ook de lengte van het schip een zeer bepalende factor; een klein schip heeft een kleinere kans de turbine te raken wanneer het eenmaal op drift is ten opzichte van een groot schip. Daarbij komt dat de kans van het uitvoeren van een succesvolle ankerprocedure in geval van nood groter is bij kleinere schepen dan bij grotere. Hierdoor is de aandrijvingsfrequentie voor het routegebonden verkeer groter dan de aandrijvingsfrequentie voor het niet-routegebonden verkeer.

Omdat de frequenties vooral afhangen van het aantal turbines, zijn in Tabel 4-4 de gemiddelde frequenties per turbine gegeven. Hieruit blijkt dat de gemiddelde frequentie voor een turbine in variant K3_4MW 0.0003624 bedraagt, en in variant K3_10MW 0.0003512. Deze grotere frequentie voor een aanvaring of aandrijving per jaar voor variant K4_4MW wordt veroorzaakt door de grotere afmeting van de jacket ten opzichte van de monopaal.

De verwachte energieopbrengst per jaar is voor beide inrichtingsvarianten nagenoeg gelijk. Het weergeven van de frequenties per verwachte eenheid energieopbrengst per jaar, zoals bij eerdere vergelijkbare studies is gedaan, heeft daarom geen toegevoegde waarde en wordt in deze studie weggelaten.

Tabel 4-3 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor windenergiegebied Borssele Kavel III per variant***

Variant **Borssele Kavel III**	Opper-vlakte [km^2]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K3_4MW	66.21	95	0.000038	0.000020	0.031798	0.002572	0.034428
K3_10MW	61.73	38	0.000014	0.000009	0.012436	0.000887	0.013346

Tabel 4-4 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine voor windenergiegebied Borssele Kavel III per variant***

Variant **Borssele Kavel III**	Opper-vlakte [km^2]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per turbine		Totaal per turbine
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K3_4MW	66.21	95	3.949E-07	2.099E-07	3.347E-04	2.708E-05	3.624E-04
K3_10MW	61.73	38	3.605E-07	2.482E-07	3.273E-04	2.333E-05	3.512E-04

4.1.3 Gevolgschade

4.1.3.1 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 4.1.3.3 bij de behandeling van de bunker- en ladingolie-uitstroom.

4.1.3.2 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 de gehele kavel 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 aanvarings-/aandrijvingsfrequenties voor de verschillende impactenergieniveaus is gegeven in Tabel A1-5. Uit deze tabel volgt dat bij windenergiegebied Borssele Kavel III variant K3_4MW ongeveer 99.8% van de contacten met turbines door driften wordt veroorzaakt, en 0.2% door rammen. Dit is het gevolg van de grote afstanden van al het verkeer tot de turbines. Verder blijkt dat het voor 92.5% routegebonden schepen betreft.
Figuur A1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties. Met deze figuur wordt weergegeven hoe vaak aanvaringen met een bepaalde impact voorkomen. Het aantal aanvaringen dat een impact heeft boven een bepaalde energiewaarde, zal afnemen naarmate die drempelwaarde (op de y-as) toeneemt. De lijnen lopen dus richting de y-as. De groene lijn valt bij 375 MJ ($\approx 10^{2.57}$) samen met de y-as. Dit betekent dat er nooit aandrijvingen met een impact van meer dan 375 MJ plaatsvinden. De blauwe en rode lijn vallen vanaf dat energieniveau samen. Alleen aanvaringen hebben dus een impact van meer dan 375 MJ.

4.1.3.3 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 volumeklassen voor de uitstroom. In Tabel A1-7 wordt de frequentie van de uitstroom van ladingolie gegeven. Voor de uitstroom van ladingolie wordt uitgegaan van enkelwandige tankers. In Tabel A1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale frequentie van 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/(0.001661+0.000524) ≈ 458 jaar voor variant K3_4MW.
De gemiddelde uitstroom van 1.134 m^3 ladingolie voor deze variant in Tabel 4-5 dient alleen als vergelijking. Een uitstroom van 1.134 m^3 ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 1134 m^3 eens in de 1000 jaar op één bepaald moment. 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 het gehele NCP toegevoegd (uit [10]). Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken, en gaat nog uit van de oude routestructuur van voor 1 augustus 2013. De frequentie van uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van Borssele Kavel III variant K3_4MW toe met (0.001661 + 0.000524) / (0.353402+0.148723) * 100 ≈ 0.44%. Voor variant K3_10MW ligt dit lager (0.17%).

Tabel 4-5 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Variant **Borssele Kavel III**	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
K3_4MW[1]	0.001661	602	1.134	0.000524	1908	3.310	458
K3_10MW[1]	0.000653	1531	0.456	0.000207	4824	1.318	1162
Gehele NCP (zonder windparken)[2]	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2

Uit Tabel 4-5 volgt dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor variant K3_4MW dan voor variant K3_10MW.

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 het ecologisch risico. In Tabel 4-6 worden de frequenties gegeven van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine per ecologisch risico.
De frequentie van uitstroom van chemicaliën is voor variant K3_4MW hoger dan voor variant K3_10MW.

Tabel 4-6 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Ecologische risico-indicator	K3_4MW	K3_10MW
Zeer hoog ecologisch risico	0.000092	0.000035
Hoog ecologisch risico	0.000017	0.000007
Gemiddeld ecologisch risico	0.000023	0.000009
Gering ecologisch risico	0.000166	0.000063
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000094	0.000036
Totaal	0.000392	0.000151
Eens in de … jaar	2552	6643

[1] De uitstroom als gevolg van een aandrijving van een turbine.
[2] De uitstroom als gevolg van een ongeval (alle verschillende typen) op het gehele NCP zonder windparken [10]. Hierbij is nog uitgegaan van de oude routestructuur op de Noordzee, en niet de situatie vanaf augustus 2013.

4.1.3.4 Persoonlijk letstel

Persoonlijk letstel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip kunnen vallen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine. In Tabel A1-10 is voor windenergiegebied Borssele Kavel III variant K3_4MW 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 wordt de frequentie van een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een ferry, container- of RoRo-schip 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 het persoonlijk risico wordt gekeken naar de norm zoals deze beschreven is in het Handboek Risicozonering Windturbines [6]. Ook deze norm sluit niet helemaal aan bij de berekende frequenties, in het handboek wordt gesproken over een norm voor het Individuele Passanten Risico gelijk aan een maximale frequentie van 10^{-6} per jaar. Voor het Maatschappelijk Risico geldt dat niet meer dan $2x10^{-3}$ passanten per jaar mogen overlijden. In de uitgevoerde berekening is het overlijdensrisico bepaald als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine. Hierbij is dus niet de kans op overlijden bepaald als gevolg van een intrinsiek falen van de turbine, wat het echte passantenrisico is.

Bij variant K3_4MW is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0.000005 ($4.55x10^{-6}$). Dit aantal ligt dus lager van de norm voor het maatschappelijke risico voor passanten. Het verwachte aantal doden voor de 10MW-variant is 0.000003 ($2.56x10^{-6}$), ook dit verwachte aantal is lager dan de norm.

4.2 Kavel IV

4.2.1 Locatie, scenario's en configuraties

Verkeer rond Kavel IV van windenergiegebied Borssele wordt beïnvloed door reeds aanwezige of nog te bouwen windparken in de omgeving. In deze studie wordt er daarom vanuit gegaan dat het windenergiegebied aan de Belgische zijde afgesloten is voor verkeer en wordt er gewerkt met de routering welke is opgesteld voor 2020. Deze situatie wordt beschouwd als het nul-alternatief in deze studie, windenergiegebied Borssele is hierin niet aanwezig. De routegebonden verkeersdatabase die hierbij hoort, wordt weergegeven in Figuur 4-1. Kavels I, II, III en IV van windenergiegebied Borssele zijn hierin ter indicatie weergegeven, evenals de platforms en kabeltracés van TenneT.

Daarnaast wordt er in deze studie gewerkt met het scenario voor het verkeer in 2020 waarin kavels I, II, III en IV van windenergiegebied Borssele afgesloten zijn voor verkeer. Doordat er links zijn die in het nul-alternatief door of vlak langs kavels I en IV lopen (zie Figuur 4-1), worden deze links bij de routering van dit scenario verlegd. De routegebonden verkeersdatabase die bij dit scenario hoort, is weergegeven in Figuur 4-2. Hierin zijn opnieuw alle vier de kavels van windenergiegebied Borssele en de platforms en kabeltracés van TenneT weergegeven.

Tabel 4-7 geeft een overzicht van de twee verkeersscenario's in deze studie.

Tabel 4-7 Overzicht van alle verkeersscenario's

Verkeersscenario	Windparken aanwezig
Nul-alternatief	Windenergiegebied België
Borssele kavels I, II, III en IV	Windenergiegebied België Borssele Kavel I Borssele Kavel II Borssele Kavel III Borssele Kavel IV

Het niet-routegebonden verkeer wordt als dichtheid meegenomen in de berekeningen. Het gemiddeld aantal aanwezige niet-routegebonden schepen in de gridcellen, die het gehele windenergiegebied Borssele dekken, is 0.6233. Dit betekent dat wanneer op willekeurige momenten een luchtfoto gemaakt wordt van het gehele windenergiegebied Borssele er gemiddeld op 6 van de 10 foto's een niet-routegebonden schip zichtbaar is. In de berekeningen wordt aangenomen dat kavels I, II, III en IV geheel worden afgesloten van verkeer, dus ook voor het niet-routegebonden verkeer. Dit betekent dat de schepen die eerst in de kavels voeren nu naar de rand van de kavels verplaatst worden. Het totale aantal gemiddelde aanwezige schepen verandert dus niet, maar de locatie waar ze varen wel. Gemiddeld genomen is ongeveer 25% van de aanwezige niet-routegebonden schepen recreatievaart, 25% kleinere supply-/werkvaart en 50% visserij.

Voor Kavel IV zijn er in deze studie twee configuraties doorgerekend. De gehanteerde gegevens per configuratie zijn gegeven in Tabel 4-8. De turbineposities zijn in detail weergegeven in Figuur B1-1 en Figuur B2-1. Hierbij zijn ook de uiteindelijke aanvarings- en aandrijvingsfrequenties grafisch weergegeven.

Tabel 4-8 Configuratiegegevens varianten windenergiegebied Borssele Kavel IV

	Turbines			Fundering	
Variant	Aantal	Vermogen	Rotor diameter	Type	Afmeting
K4_4MW	95	4 MW	140 m	jacket	17 x 17 m
K4_10MW	38	10 MW	221 m	monopile	Ø 10 m

Het nul-alternatief wordt alleen doorgerekend om de effecten van het verschuiven van de verkeersroutes op de verkeersveiligheid buiten de kavel te berekenen.

4.2.2 Aanvarings-/aandrijvingsfrequenties windparken

Door de aanwezigheid van Kavel IV is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de frequentie dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. De resultaten van deze berekening worden gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor de gehele kavel.

In Tabel B1-1 van Appendix B staat voor variant K4_4MW de aanvarings- en aandrijvingsfrequentie per windturbine. Figuur B1-1 toont een grafische weergave hiervan. Voor variant K4_10MW staan deze frequenties in Tabel B2-1 en Figuur B2-1. Voor het gemak zal in het vervolg alleen worden verwezen naar het tabel- of figuurnummer van de eerste variant.

In Tabel B1-1 in Appendix B staat het totaal verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor de gehele kavel.
Uit deze tabellen en figuren blijkt dat de windturbines aan de noordkant van het park een relatief hoge aanvaringsfrequentie hebben vergeleken met de turbines in het midden en aan de zuid-oostkant van het park. Dit komt doordat de verkeersbeweging richting Rotterdam dichter langs de kavel ligt dan de overige verkeersbanen rond windenergiegebied Borssele, welke tevens op afstand worden gehouden door kavels I, II en III en het windenergiegebied aan de Belgische zijde.
Tabel 4-9 bevat de aanvarings-/aandrijvingsfrequenties per jaar voor beide varianten gesommeerd over alle windturbines. Uit de tabel blijkt dat voor variant K4_4MW de frequenties hoger zijn dan voor variant K4_10MW. Dit komt vooral door het hogere aantal turbines. De totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie voor variant K4_4MW is 0.050634 per jaar.

De aanvaringsfrequenties worden voor een groot gedeelte bepaald door de afstand van de verkeersstromen tot de turbines. De gemiddelde afstand tot de (noordelijke) turbines van niet-routegebonden schepen is bij deze locatie (veel) kleiner dan de afstand van routegebonden schepen op de grotere doorgaande route. Hierdoor is de frequentie van een aanvaring met een turbine door niet-routegebonden schepen groter dan de frequentie voor de routegebonden schepen.
Voor de aandrijvingsfrequentie speelt naast de afstand ook de lengte van het schip een zeer bepalende factor; een klein schip heeft een kleinere kans de turbine te raken wanneer het eenmaal op drift is ten opzichte van een groot schip. Daarbij komt dat de kans van het uitvoeren van een succesvolle ankerprocedure in geval van nood groter is bij kleinere schepen dan bij grotere. Hierdoor laat de aandrijffrequentie een andere verhouding zien, waarbij de frequentie voor het routegebonden verkeer groter is dan de frequentie voor het niet-routegebonden verkeer.

Omdat de frequenties vooral afhangen van het aantal turbines, zijn in Tabel 4-10 de gemiddelde frequenties per turbine gegeven. Hieruit blijkt dat de gemiddelde frequentie per jaar voor een turbine in variant K4_4MW 0.0005330 bedraagt, en in variant K4_10MW 0.0004968. Deze grotere frequentie voor een aanvaring of aandrijving per jaar voor variant K4_4MW wordt veroorzaakt door de grotere afmeting van de jacket ten opzichte van de monopaal.

De verwachte energieopbrengst per jaar is voor beide inrichtingsvarianten nagenoeg gelijk. Het weergeven van de frequenties per verwachte eenheid energieopbrengst per jaar heeft daarom geen toegevoegde waarde en wordt in deze studie weggelaten.

Tabel 4-9 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor windenergiegebied Borssele Kavel IV per variant***

Variant **Borssele Kavel IV**	Opper-vlakte [km^2]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K4_4MW	66.23	95	0.000681	0.005374	0.041387	0.003193	0.050634
K4_10MW	62.87	38	0.000231	0.001412	0.016177	0.001058	0.018878

Tabel 4-10 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine voor windenergiegebied Borssele Kavel IV per variant***

Variant **Borssele Kavel IV**	Opper-vlakte [km^2]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per turbine		Totaal per turbine
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K4_4MW	66.23	95	7.166E-06	5.657E-05	4.357E-04	3.361E-05	5.330E-04
K4_10MW	62.87	38	6.082E-06	3.715E-05	4.257E-04	2.785E-05	4.968E-04

4.2.3 Gevolgschade

4.2.3.1 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 B1-3 in de appendix. De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen.
De onderlinge vergelijking vindt plaats in 4.2.3.3 bij de behandeling van de bunker- en ladingolie-uitstroom.

4.2.3.2 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 de gehele kavel gesommeerd is voor het eerste scenario gegeven in Tabel B1-4 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 aanvarings-/aandrijvingsfrequenties voor de verschillende impactenergieniveaus is gegeven in Tabel B1-5. Uit deze tabel volgt dat bij windenergiegebied Borssele Kavel IV variant K4_4MW ongeveer 88.1% van de contacten met turbines door driften wordt veroorzaakt, en 11.9% door rammen. Verder blijkt dat het voor 83.1% routegebonden schepen betreft.

Figuur B1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties. Met deze figuur wordt weergegeven hoe vaak aanvaringen met een bepaalde impact voorkomen. Het aantal aanvaringen dat een impact heeft boven een bepaalde energiewaarde, zal afnemen naarmate die drempelwaarde (op de y-as) toeneemt. De lijnen lopen dus richting de y-as. De groene lijn valt bij 375 MJ (≈$10^{2.57}$) samen met de y-as. Dit betekent dat er nooit aandrijvingen met een impact van meer dan 375 MJ plaatsvinden. De blauwe en rode lijn vallen vanaf dat energieniveau samen. Alleen aanvaringen hebben dus een impact van meer dan 375 MJ.

4.2.3.3 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 B1-6 wordt voor de eerste variant de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende volumeklassen voor de uitstroom. In Tabel B1-7 wordt de frequentie van de uitstroom van ladingolie gegeven. Voor de uitstroom van ladingolie wordt uitgegaan van enkelwandige tankers. In Tabel B1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale frequentie van een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per variant is gegeven in Tabel 4-11. Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald, bijvoorbeeld 1/(0.002139+0.000836) ≈ 336 jaar voor variant K4_4MW.
De gemiddelde uitstroom van 1.454 m^3 ladingolie voor deze variant in Tabel 4-11 dient alleen als vergelijking. Een uitstroom van 1.454 m^3 ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 1454 m^3 eens in de 1000 jaar op één bepaald moment. In de appendix is daarom in Tabel B1-6 en Tabel B1-7 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 het gehele NCP toegevoegd (uit [10]). Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken, en gaat nog uit van de oude routestructuur van voor 1 augustus 2013. De frequentie van uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van Borssele Kavel IV variant K4_4MW toe met (0.002139+0.000836) / (0.353402+0.148723) * 100 ≈ 0.59%. Voor variant K4_10MW ligt dit lager (0.23%).

Tabel 4-11 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Variant **Borssele Kavel IV**	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
K4_4MW[1]	0.002139	468	1.454	0.000836	1196	5.383	336
K4_10MW[1]	0.000839	1192	0.581	0.000333	3003	2.161	853
Gehele NCP (zonder windparken)[2]	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2

Uit Tabel 4-11 volgt dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor variant K4_4MW dan voor variant K4_10MW.

[1] De uitstroom als gevolg van een aandrijving van een turbine.
[2] De uitstroom als gevolg van een ongeval (alle verschillende typen) op het gehele NCP zonder windparken [10]. Hierbij is nog uitgegaan van de oude routestructuur op de Noordzee, en niet de situatie vanaf augustus 2013.

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 het ecologisch risico.

In Tabel 4-12 worden de frequenties gegeven van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine per ecologisch risico.
De frequentie van uitstroom van chemicaliën is voor variant K4_4MW hoger dan voor variant K4_10MW.

4.2.3.4 Persoonlijk letsel

Persoonlijk letstel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip kunnen vallen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine. In Tabel B1-10 is voor windenergiegebied Borssele Kavel IV variant K4_4MW 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 wordt de frequentie van een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een ferry, container- of RoRo-schip de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt. Voor de frequenties wordt verwezen naar de detailtabellen in Appendix B.

Tabel 4-12 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Ecologische risico-indicator	K4_4MW	K4_10MW
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000	0.000000
Gemiddeld ecologisch risico	0.000081	0.000032
Gering ecologisch risico	0.000046	0.000018
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000388	0.000149
Totaal	0.000515	0.000199
Eens in de … jaar	1943	5033

Beoordeling van het risico

Er bestaan geen echte normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van het persoonlijk risico wordt gekeken naar de norm zoals deze beschreven is in het Handboek Risicozonering Windturbines [6]. Ook deze norm sluit niet helemaal aan bij de berekende frequenties, in het handboek wordt gesproken over een norm voor het Individuele Passanten Risico gelijk aan een maximale frequentie van 10^{-6} per jaar. Voor het Maatschappelijk Risico geldt dat niet meer dan $2x10^{-3}$ passanten per jaar mogen overlijden. In de uitgevoerde berekening is het overlijdensrisico bepaald als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine. Hierbij is dus niet de kans op overlijden bepaald als gevolg van een intrinsiek falen van de turbine, wat het echte passantenrisico is.

Bij variant K4_4MW is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0.000122 ($1.22x10^{-4}$). Dit aantal ligt dus lager van de norm voor het maatschappelijke risico voor passanten. Het verwachte aantal doden voor de 10MW-variant is 0.000048 ($4.76x10^{-5}$), ook dit verwachte aantal is lager dan de norm.

4.3 Effecten en overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Naast de mogelijke aanvaringen met windturbines kan de aanwezigheid van een windpark, in dit geval zowel Kavel I, II, III als IV, ook op andere gebieden effect hebben op de scheepvaart. Zo zorgt omvaren van schepen voor extra kosten en zal door omvaren de dichtheid op de verkeersroutes op zee toenemen. Bovendien heeft het verleggen van de routes en een verandering van intensiteiten ook een mogelijk effect op de onderlinge ontmoetingen van schepen, en daarmee ook op het risico van onderlinge aanvaringen.

Tabel 4-13 geeft de effecten van de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV van het windenergiegebied op de scheepvaartongevallen buiten het windenergiegebied op de EEZ, als gevolg van de veranderingen van de vaarroutes ten opzichte van het nul-alternatief.

4.3.1 Aantal aanwezige schepen

In de bovenste rijen van de tabel staan in de laatste drie kolommen de effecten op de aantallen aanwezige schepen per scheepstype. De eerste kolom hiervan geeft het absolute aantal aanwezige schepen onder het betreffende scenario. De kolom daarnaast geeft het absolute verschil ten opzichte van het nul-alternatief en de laatste kolom geeft het relatieve verschil ten opzichte van het nul-alternatief.

4.3.2 Veiligheid

In de tabel staat onder 'veiligheid' het effect van de veranderde routes op het aantal ongevallen weergegeven per ongevalstype. De eerste kolom geeft het aantal ongevallen in het verkeersscenario waarbij kavels I, II, III en IV van windenergiegebied Borssele zijn afgesloten. De kolommen ernaast geven respectievelijk de absolute en relatieve toename of afname ten opzichte van het nul-alternatief.

4.3.3 Economisch effect

Het economisch effect komt tot uitdrukking in het aantal afgelegde zeemijlen in de EEZ. Het aantal afgelegde zeemijlen neemt toe doordat vaarroutes niet meer door het windenergiegebied kunnen maar eromheen gelegd moeten worden.

4.3.4 Emissies

De extra emissies als gevolg van het nieuwe verkeersscenario zijn gerelateerd aan de extra zeemijlen, en afhankelijk van de scheepstypes en scheepsgroottes. Deze extra emissies worden in de onderste rijen van de tabellen gegeven wat betreft CO_2, CO, SO_2 en NO_x door schepen in de gehanteerde verkeersdatabase, en alleen binnen de EEZ.

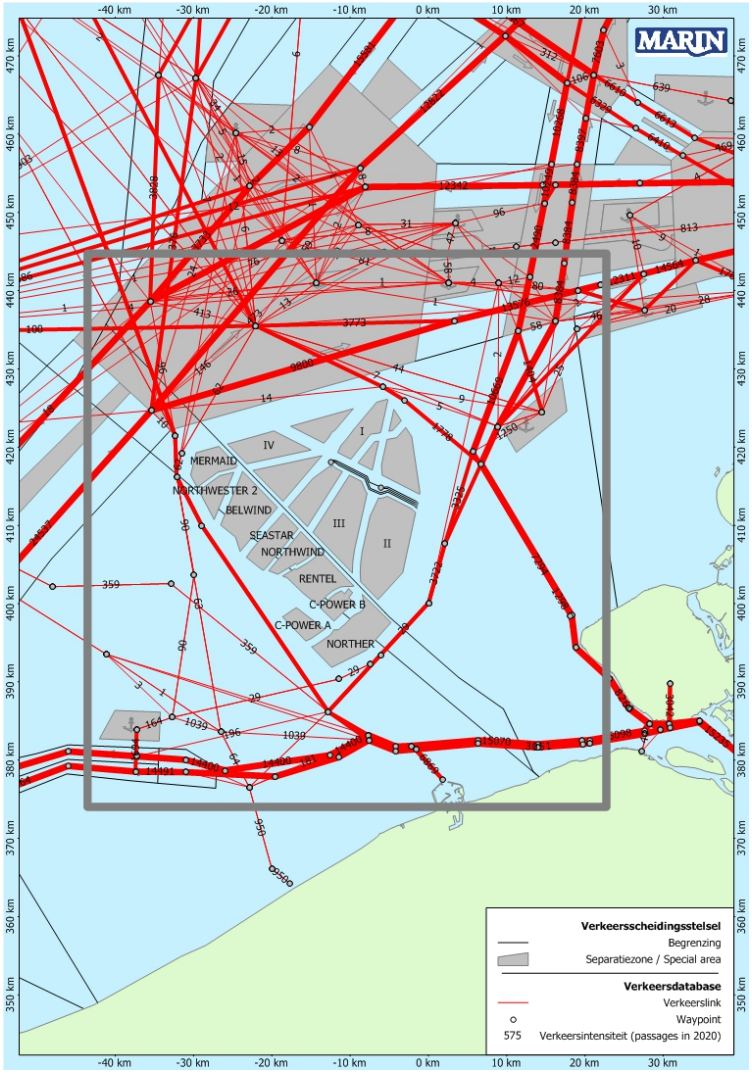
Tabel 4-13 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV van het windenergiegebied onder het verkeersscenario "Borssele kavels I, II, III en IV" op de scheepvaart binnen de EEZ

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor EEZ na aanpassing van het verkeer volgens scenario "Borssele kavels I, II, III en IV"	Absoluut effect scenario "Borssele kavels I, II, III en IV" t.o.v. het nul-alternatief	Relatief effect scenario "Borssele kavels I, II, III en IV" t.o.v. het nul-alternatief
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.103	0.0000	0.00%
Chemicaliëntankers		26.551	0.0420	0.16%
Olietankers		9.334	0.0000	0.00%
Gastankers		5.565	0.0400	0.72%
Bulkers		10.724	0.0020	0.02%
Unitised		34.664	0.0130	0.04%
General Dry Cargo		51.573	0.0890	0.17%
Passagiersschepen + conventionele ferries		2.862	0.0000	0.00%
High Speed Ferries		0.046	0.0000	0.00%
Overig		8.962	0.0030	0.03%
Totaal routegebonden		150.384	0.1890	0.13%
Totaal niet-routegebonden (alleen deel dat in VONOVI/VMS 2009 is waargenomen, zie 3.3.1)		151.980	0.0000	0.00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	11.262	0.0060	0.05%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6.820	0.0000	0.00%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	1.380	0.0010	0.07%
Zinken	aantal/jaar	1.073	0.0007	0.06%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	1.209	0.0010	0.08%
Brand/explosie	aantal/jaar	2.238	0.0010	0.04%
Totaal		23.983	0.0096	0.04%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1469.497	0.7351	0.05%
Emissies				
CO2	kton / year	5554	2	0.04%
CO	kton / year	21	0	0.04%
SO2	kton / year	57	0	0.04%
NOx	kton / year	63	0	0.04%

4.3.5 Lokale effecten wijziging routestructuur

Naast de effecten als gevolg van een wijziging in de routestructuur voor de gehele EEZ is ook naar het lokale effect gekeken. Hiervoor zijn dezelfde parameters bepaald als weergegeven in Tabel 4-13, alleen nu voor het gebied weergegeven in Figuur 4-3. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 4-14

In tegenstelling tot het effect voor de EEZ, is lokaal een afname zichtbaar van het gemiddelde aantal aanwezige routegebonden schepen. Hierdoor neemt ook de frequentie van een aanvaring tussen schepen iets af (-0.46%). De lokale afname ten opzichte van een toename in de EEZ wordt veroorzaakt door een klein aantal schepen dat in de nieuwe situatie een andere route buiten het beschouwde gebied zal nemen. In de situatie zonder windenergiegebied zal de afgelegde weg van deze schepen in het beschouwde gebied langer zijn dan in de situatie dat kavels I, II, III en IV er wel zijn. Maar ook lokaal is het effect op de scheepvaart als gevolg van de wijziging in de routestructuur klein tot zeer klein.



Figuur 4-3 Het beschouwde gebied voor de lokale analyse

Tabel 4-14 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV van het windenergiegebied onder het verkeersscenario "Borssele kavels I, II, III en IV" op de scheepvaart binnen een lokaal gebied (zie Figuur 4-3)

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor lokaal gebied na aanpassing van het verkeer volgens scenario "Borssele kavels I, II, III en IV"	Absoluut effect scenario "Borssele kavels I, II, III en IV" t.o.v. het nul-alternatief	Relatief effect scenario "Borssele kavels I, II, III en IV" t.o.v. het nul-alternatief
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.016	0.0000	0.00%
Chemicaliëntankers		5.735	-0.0280	-0.49%
Olietankers		1.610	-0.0040	-0.25%
Gastankers		1.879	-0.0240	-1.26%
Bulkers		1.907	-0.0010	-0.05%
Unitised		8.946	-0.0160	-0.18%
General Dry Cargo		9.060	-0.0640	-0.70%
Passagiersschepen + conventionele ferries		0.640	0.0000	0.00%
High Speed Ferries		0.000	0.0000	-
Overig		1.842	-0.0030	-0.16%
Totaal routegebonden		31.635	-0.1400	-0.44%
Totaal niet-routegebonden (alleen deel dat in VONOVI/VMS 2009 is waargenomen, zie 3.3.1)		29.801	0.0000	0.00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	3.951	-0.0182	-0.46%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	3.689	0.0024	0.06%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	0.547	0.0006	0.12%
Zinken	aantal/jaar	0.167	-0.0005	-0.29%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.224	-0.0007	-0.30%
Brand/explosie	aantal/jaar	0.411	-0.0012	-0.28%
Totaal		8.989	-0.0175	-0.19%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	336.057	-0.5358	-0.16%
Emissies				
CO2	kton / year	1282	-2	-0.13%
CO	kton / year	5	0	-0.13%
SO2	kton / year	13	0	-0.12%
NOx	kton / year	14	0	-0.15%

4.4 Het effect van het werkverkeer op het risico

Gedurende de bouwperiode varen dagelijks enkele schepen (maximaal acht) van en naar de kavels. 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. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard.
Mogelijk zal Vlissingen de uitvalsbasis voor het windenergiegebied Borssele worden. Vanuit Vlissingen naar kavels III en IV van windenergiegebied Borssele is het gemiddeld ongeveer 2.5 uur varen. Met acht schepen zijn dit 8 x 2.5 uur x 2 (heen + terug) = 40 extra vaaruren per dag. Tijdens de bouwperiode is dus gemiddeld 40/24 = $1\frac{2}{3}$ extra schip aanwezig (buiten het park) per dag. Deze extra scheepsbewegingen vinden voornamelijk overdag plaats. Op een totaal van gemiddeld 300 aanwezige schepen op het NCP is dit een verhoging van 0.56%. Gedurende de bouwperiode is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit daarom (1.0056^2-1) x 100% ≈ 1.11% hoger[1] dan normaal. In de praktijk zal dit minder zijn omdat de schepen het grootste deel van de tijd in relatief stille gebieden varen.
De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0.56% (lineair met de toename van het aantal schepen).

4.5 Het cumulatieve effect

Het cumulatieve effect is in deze studie geen afzonderlijk onderwerp omdat, in afwijking van voorafgaande studies, de andere geplande windparken op de Noordzee de verkeersroutes voor het routegebonden verkeer niet zullen wijzigen. De nieuwe routestructuur (geldig sinds 1 augustus 2013) is juist dusdanig ontworpen dat deze rekening houdt met reeds aangelegde en aan te leggen windparken. Daarnaast wordt in het nul-alternatief uitgegaan van de aanwezigheid van de Belgische windparken. In het scenario waarbij kavels III en IV van windenergiegebied Borssele aanwezig zijn, wordt tevens gecumuleerd over kavels I en II; zowel voor het routegebonden als voor het niet-routegebonden verkeer.

In het kader van het aanpassen van het stelsel in augustus 2013 zijn verschillende risicostudies uitgevoerd, bijvoorbeeld ‘Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied "Hollandse Kust"’[3]. Binnen deze studie komt ook het cumulatieve effect aan de orde.

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

4.6 Radardekking van de Nederlandse havens

Windenergiegebied Borssele valt net buiten het juridisch beheergebied van de Schelderadarketen en het gemeenschappelijk nautisch beheer. Desondanks is er wel radarzicht binnen de kavels. Indien radartoren Neeltje Jans (bereik van 45-65 kilometer) gereed is, zal de radardekking in windenergiegebied Borssele verbeteren. Kavels III en IV van windenergiegebied Borssele zullen het radarbeeld echter nauwelijks verstoren doordat deze kavels op de rand van het bereik zullen liggen en de drukke verkeersstroom hierachter waarschijnlijk niet binnen de radardekking zal vallen. Daarnaast ligt deze verkeersstroom op ruim 5 km afstand vanaf de turbines en zal het verkeer direct achter de kavels gering zijn (zie Figuur 4-2). Bovendien is de verkeersdienst door de komst van AIS niet alleen meer afhankelijk van de radarwaarnemingen.

4.7 Kruisende scheepvaart

Nabij de locatie van kavels III en IV kunnen twee ontmoetingssituaties onderscheiden worden:

- Routegebonden met routegebonden verkeer op de doorgaande vaarroutes;
- Ontmoeting met een schip <24 m dat Kavel IV verlaat in westelijke richting, indien er besloten wordt dat kleine scheepvaart in het park mag varen.

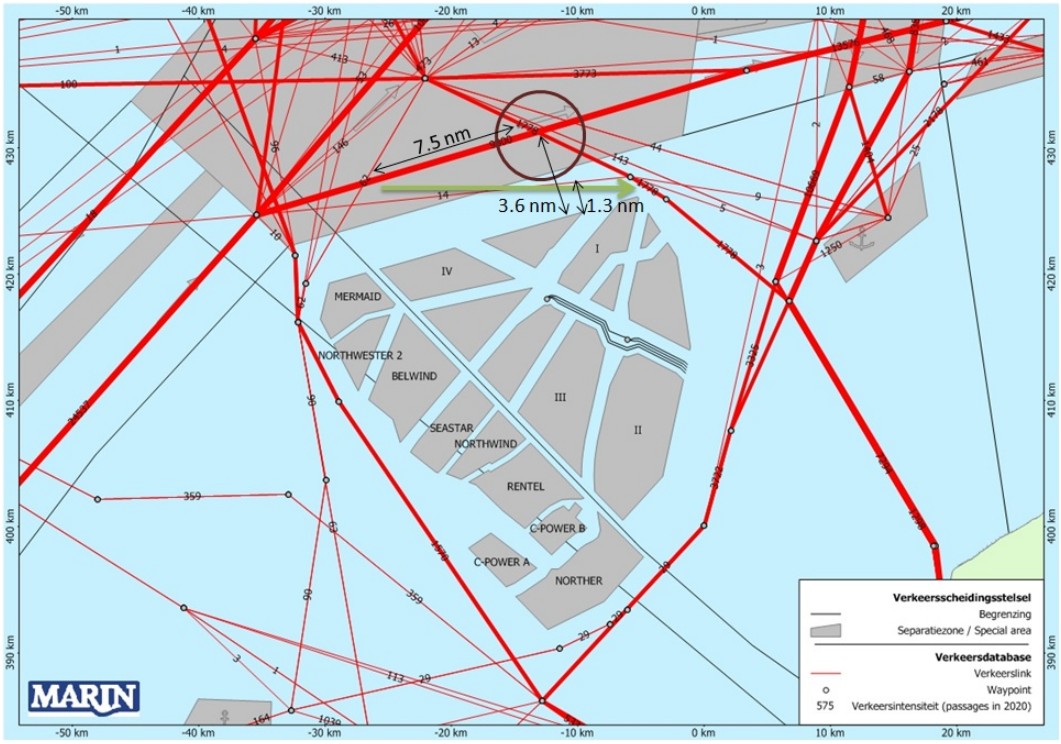
In deze studie wordt niet gekeken naar ontmoetingssituaties met schepen die varen door de corridor aangezien deze situaties, al dan niet voor andere configuraties, eerder zijn beschouwd in de ‘Veiligheidsstudie voor scheepvaartcorridors windenergiegebied Borssele’ [12].

In de berekeningen met behulp van SAMSON is niet expliciet rekening gehouden met het feit dat schepen AIS aan boord hebben. Wanneer AIS geïntegreerd is in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, zal AIS een risicoreducerende werking hebben. In onderstaande beschouwing van de effecten op de ontmoetingen en kruisende situaties rond het windenergiegebied is niet expliciet rekening gehouden met AIS. Dit omdat een deel van het niet-routegebonden verkeer nog niet uitgerust zal zijn met AIS. Bij onderstaande beschouwing dient wel opgemerkt te worden dat de uiteindelijke risico’s op de kruispunten kleiner zullen zijn omdat de meeste schepen, met name alle routegebonden schepen, wel AIS aan boord hebben.

4.7.1 Ontmoeting tussen schepen op de doorgaande vaarroutes

In Figuur 4-4 is nogmaals de verkeerssituatie rond het park weergegeven, in rood de locaties van de doorgaande routes. In de cirkel is het gebied weergegeven rond kavels III en IV waarbinnen verschillende routes van routegebonden schepen elkaar kruisen. Het kruispunt ligt op grote afstand tot de locatie van kavels III en IV; de afstand tussen het kruispunt en de noordelijke punt van Kavel IV is ruim 3.6 nm. Ruim 7.5 nm voor het kruispunt is er vanuit de vaarbaan in noordoostelijke richting vrij zicht op de vaarbaan komend uit zuidoostelijke richting (groene pijl in Figuur 4-4). Op de locatie van het kruispunt en ook ruim ervoor belemmeren de turbines van Kavel IV en ook de turbines van Kavel I niet het zicht voor schepen uit beide richtingen. De turbines van Kavel III belemmeren het zicht niet omdat deze kavel midden tussen de andere kavels en Belgische windparken ligt.

In [9] is vastgesteld dat een schip 6 keer de scheepslengte nodig heeft voor het maken van een rondtorn, bij een schip van 400 meter is dit dus 1.30 nm. Voor een rondtorn over stuurboord wordt 0.3 nm extra gerekend (het schip probeert eerst naar stuurboord uit te wijken voordat het een rondtorn inzet), dit betekent dus 1.60 nm. Dit betekent dat er voor schepen komend uit zuidwestelijke richting voldoende ruimte is tussen de vaarbaan en Kavel IV om een rondtorn te maken indien andere schepen hun route kruisen.



Figuur 4-4 Verkeerssituatie rond Kavel III en Kavel IV van windenergiegebied Borssele

4.7.2 Ontmoeting met een schip <24 m dat Kavel IV verlaat in westelijke richting

In het geval dat kleinere scheepvaart (tot 24 m) toegelaten wordt in windenergiegebied Borssele kunnen er ook kruisende ontmoetingen plaatsvinden tussen schepen die langs de kavels varen en een schip dat (op een willekeurige locatie) een van de kavels uitvaart.

De afstand tussen het midden van de doorgaande vaarroute in noordoostelijke richting en kavel IV is minimaal 1.3 nm (geldt slechts voor 14 schepen per jaar) en voor de drukke vaarroute minimaal 3.6 nm, dit betekent dat er voldoende ruimte is voor schepen om elkaar op tijd waar te nemen en actie te ondernemen. Hierbij moet wel meegenomen worden dat de kleine scheepvaart wendbaarder is, dus minder tijd nodig heeft om een uitwijkmanoeuvre uit te voeren.

Een ander type ontmoeting is een ontmoeting tussen een uitvarend schip en een ander klein schip dat vlak langs de kavels vaart. Hierbij speelt met name de beperking in zicht een belangrijke rol. De analyse is vergelijkbaar met de analyse voor de corridor, uitgevoerd in [12]. Vanwege de kortere afstanden tussen de palen en het grotere aantal turbines zal het zicht bij de inrichtingsvariant met 4MW-turbines slechter zijn dan bij de inrichtingsvariant met 10MW-turbines. Maar ook hierbij geldt dat beide schepen relatief weinig manoeuvreerruimte nodig hebben vanwege de grotere wendbaarheid.

Een aanbeveling is het geven van goede voorlichting aan de scheepvaart die in de kavels gaat varen, zodat men bekend is met de eventuele extra risico’s bij het in- en uitvaren van een kavel.

4.8 Effecten scheepvaartveiligheid bij het openstellen van kavels III en IV

Mogelijke effecten:

- Aanvaring met een windturbine als gevolg van een navigatiefout;
- Aanvaring (aandrijving) met een windturbine als gevolg van een motor- of stuurstoring;
- Aanvaring tussen een schip dat kavel IV verlaat en een passerend schip (zie 4.7.2);
- Aanvaring met een windturbine als gevolg van turbulentie van de turbines;
- Schepen moeten omdraaien als ze bij de Belgische windparken komen.

4.8.1 Aanvaring met een windturbine als gevolg van een navigatiefout

Schepen met een afmeting kleiner dan 24 meter zijn over het algemeen genomen wendbare schepen. Daarbij is de afstand tussen de palen in beide varianten relatief groot ten opzichte van de lengte van de schepen waarvoor de kavels wellicht worden opengesteld. De afstand tussen de palen bij de inrichtingsvariant met 4MW-turbines is ongeveer 810 meter voor Kavel III en ongeveer 750 meter voor Kavel IV en de afstand tussen de palen bij een inrichtingsvariant met 10MW-turbines is ongeveer 1240 meter voor Kavel III en 1200 meter voor Kavel IV. Er bestaat een kans dat een schip een navigatiefout maakt en daardoor op “ramkoers” met een paal komt. Echter, door de wendbaarheid van deze categorie schepen en de relatief grote ruimte tussen de palen is er tijd genoeg om de fout te detecteren en een uitwijkmanoeuvre in te zetten zodat de aanvaring voorkomen kan worden.

De kans op een (frontale) aanvaring met een windturbine als gevolg van een navigatiefout van een schip kleiner dan 24 meter dat in Kavel III of Kavel IV vaart, is verwaarloosbaar klein. Dit geldt onder normale weersomstandigheden. In geval van slecht zicht is de kans groter. Indien het komt tot een (frontale) aanvaring, is de schade aan schepen tot 24 meter aanzienlijk, met mogelijk kans op persoonlijk letsel en zinken van het schip.

4.8.2 Aandrijving met een windturbine als gevolg van een motor- of stuurstoring

Het grootste risico dat het varen in een windpark oplevert voor een klein schip lijkt het incident te zijn waarbij een motorstoring of andere averij optreedt waardoor het schip niet meer onder controle is en op drift raakt. Als deze vorm van averij optreedt in een park bestaat er een kans dat het schip tegen een paal aandrijft en daardoor schade oploopt.

Binnen [8] is op basis van gegevens verkregen van de KNRM over de uitgevoerde acties in de periode 2007-2012, een kans op averij bepaald per km^2, zowel binnen als buiten de 12-mijls zone en voor visserij en recreatievaartuigen. Binnen de analyse is gekeken naar het aantal acties dat de KNRM uit heeft gevoerd, waarbij als oorzaak averij (motorstoring etc.) opgegeven is. In de gegevens waren geen exacte locaties weergegeven, dus is een aanname gedaan over de verdeling van de incidenten binnen en buiten de 12-mijlszone. Het aantal gevonden incidenten met averij is gedeeld door de oppervlakte van de beide zeegebieden om tot een kans voor een incident per km^2 te komen. Hierbij is de oppervlakte van de punt van het NCP niet meegenomen, omdat aangenomen is dat de intensiteit van de kleine scheepvaart in dit gebied erg laag is.

Op basis van gegevens verkregen van de KNRM over uitgevoerde acties is bepaald dat de kans op averij voor de recreatievaart buiten de 12-mijlszone 0.0004 per km^2 per jaar is. Voor visserij is deze kans 0.0006 per km^2 per jaar, dus in totaal is de kans op een incident met averij voor schepen kleiner dan 24 m 0.001 per km^2 per jaar.

Kavel III
Met behulp van deze gegevens kan de kans op een aandrijving bepaald worden voor de beide inrichtingsvarianten van Kavel III van windenergiegebied Borssele. De oppervlakte van de inrichtingsvarianten is maximaal 66 km^2 (ongeveer 62 km^2 voor de 10MW-variant). Dit betekent dus dat er paar jaar 0.066 incidenten van averij verwacht worden in het gebied (0.001 incidenten/km^2 * 66km^2).

Kavel IV
Ook kan de kans op een aandrijving bepaald worden voor de beide inrichtingsvarianten van Kavel IV van windenergiegebied Borssele. De oppervlakte van beide inrichtingsvarianten is maximaal 66 km^2 (ongeveer 63 km^2 voor de 10MW-variant). Dit betekent dus dat er per jaar 0.066 incidenten van averij verwacht worden in het gebied (0.001 incidenten/km^2 * 66km^2).

Kans dat averij leidt tot een aandrijving
Niet alle incidenten met averij zullen leiden tot een aandrijving van een turbine. Wanneer een schip in een kavel op drift raakt, drijft het de kavel uit. De kans dat hierbij een windturbine wordt geraakt hangt af van de grootte van het schip en het aantal rijen met windturbines dat moet worden gepasseerd voordat het vrije water wordt bereikt. Uitgaande van de inrichtingsvariant met 4MW-turbines is de maximale verwachte kans dat het schip een windturbine van Kavel III raakt (24m (= lengte van het schip) +17m (= “diameter” windturbine)) /(810m (= ruimte tussen de turbines voor Kavel III) + 17m (=”diameter” van windturbine)), dus 41/827 =0.050. Voor Kavel IV is deze kans 41/767=0.053. Stel dat gemiddeld 5 rijen gepasseerd moeten worden voordat de vrije zee wordt bereikt, dan is de kans op het schadevrij bereiken van de vrije zee gelijk aan $(1-0.050)^5$ =0.776 voor kavel III, dus de kans op het raken van minstens 1 windturbine gelijk aan 0.224 voor de inrichtingvariant met 4MW-turbines. De kans op het raken van een turbine van Kavel IV is 0.240 en voor de inrichtingsvariant met 10MW-turbines zijn deze kansen 0.129 en 0.133 voor kavels III en IV respectievelijk.

Kavel III
Met de 0.066 incidenten van averij per jaar in Kavel III is de totale frequentie van een aandrijving van een schip dat in de kavel vaart dus 0.0148 per jaar, dus eens in de 67 jaar voor de inrichtingsvariant met 4MW-turbines. De frequentie voor de inrichtingsvariant met 10MW-turbines is 0.0085, eens in de 118 jaar.

Kavel IV
Met de 0.066 incidenten van averij per jaar in Kavel IV is de totale frequentie van een aandrijving van een schip dat in de kavel vaart dus 0.0159 per jaar, dus eens in de 63 jaar voor de inrichtingsvariant met 4MW-turbines. De frequentie voor de inrichtingsvariant met 10MW-turbines is 0.0088, eens in de 114 jaar.

Kavel III en Kavel IV
De totale frequentie van een aandrijving van een turbine voor kavels III en IV samen, bij het openstellen van beide kavels voor scheepvaart tot 24 meter, is voor de inrichtingsvariant met 4MW-turbines maximaal 0.0307 (eens in de 33 jaar). Voor de inrichtingsvariant met 10MW-turbines is dit eens in de 60 jaar.

In de praktijk zal dit aantal kleiner worden doordat:
- de KNRM al bij het schip kan zijn voordat het uit het windpark of tegen een paal aan gedreven is;
- Het schip gebruik gemaakt kan hebben van het anker, zodat het driften gestopt is;
- De oorzaak van het driften verholpen is voordat een paal geraakt is.

4.8.3 Aanvaring met een windturbine als gevolg van turbulentie van de turbines

Turbulentie van de turbines kan het lokale windklimaat in de kavels dusdanig beïnvloeden dat het effect kan hebben op zeilende schepen. De wind kan door het draaien van de rotor onbetrouwbaar zijn. Dit kan een extra gevaar opleveren, met name voor de minder ervaren zeilers. Uiteindelijk kan het ertoe leiden dat een zeilschip tegen een turbine vaart of er tegenaan drijft en daardoor schade oploopt.

Een mogelijke maatregel zou kunnen zijn dat zeilboten alleen op de motor door de kavels mogen varen. Echter, hieraan zijn ook nadelen verbonden aangezien een motor op een zeilboot niet bedoeld is om ook op volle zee mee te varen, dus de zeilboot zal minder goed bestuurbaar/controleerbaar zijn dan wanneer de zeilen gebruikt worden [8].

4.8.4 Effecten als gevolg van het moeten omdraaien van schepen als ze bij de Belgische grens komen

Indien windenergiegebied Borssele opengesteld wordt voor verkeer tot 24 meter, kan dit ertoe leiden dat schepen om moeten draaien als ze bij de Belgische windparken komen. In deze Belgische windparken is doorvaart namelijk niet toegestaan. In de variant met de 4MW-turbines hebben schepen minimaal 750 meter tussen de palen om een (halve) rondtorn te maken. In de 10MW-variant is dit zelfs minimaal 1200 meter. Voor het maken van een rondtorn heeft een schip 6 maal de scheepslengte nodig [9], voor een schip van 24 meter zou dit dus 144 meter zijn. Dit betekent dat er voor beide inrichtingsvarianten genoeg ruimte is tussen de palen voor een schip om om te draaien. Daarnaast wordt de vuistregel van 6 maal de scheepslengte met name gebruikt voor grotere schepen. Schepen tot 24 meter hebben door hun wendbaarheid minder ruimte nodig voor een volledige rondtorn.

Een andere mogelijkheid is dat schepen hun weg zoeken langs de zuidwestelijke rand van windenergiegebied Borssele. Dit kan leiden tot een verhoogde intensiteit vlak langs de grens van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en het Belgisch Continentaal Plat (BCP) met mogelijk extra aanvaringen van de turbines aan de zuidwestelijke rand als gevolg. Deze verhoogde aanvaringsfrequentie geldt in dit geval niet alleen voor de turbines in windenergiegebied Borssele, maar ook voor de noordoostelijke turbines in de aangrenzende Belgische windparken. Doordat schepen niet door de parken op het Belgische Continentaal Plat mogen varen, zal de verkeerintensiteit langs de grens toenemen ten opzichte van de mogelijke verkeersintensiteit in windenergiegebied Borssele. De kans op aanvaringen tussen schepen onderling zal in dit grensgebied daarom iets hoger zijn dan in het windenergiegebied. Ook vanwege de mogelijke verwarring die de verkeerssituatie zal opleveren, doordat in het ene gebied wel gevaren mag worden en in het andere gebied niet. Echter, de absolute toename van het aantal aanvaringen tussen schepen onderling zal klein zijn.
Een aanbeveling is om duidelijk aan te geven waar wel en waar niet gevaren mag worden tussen de palen, bijvoorbeeld met een markering op de palen.

5 MAATREGELEN

5.1 Gebruik van AIS

Sinds 1 januari 2005 hebben alle zeevaartschepen boven de 300 GT (ongeveer 55 m) een AIS-transponder (Automatic Identification System), die de positie van het schip continu uitzendt, aan boord. 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. Temeer daar AIS niet verstoord wordt door een 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. Zo zijn sinds 31 mei 2014 ook alle nieuwbouw vissersschepen en vissersschepen langer dan 15 meter verplicht AIS te dragen.

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 een ETV (Emergency Towing Vessel)

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 was een dergelijke sleepboot (ETV) van de Nederlandse overheid die naar een drifter werd gestuurd zodra er een melding binnenkwam bij de Kustwacht. Na de machinekamerbrand in september 2009 is de Waker uit de vaart genomen. Inmiddels is de opvolger van de Waker gecharterd. Een ETV 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 ETV op het moment van de melding. De thuishaven van de Waker was Den Helder en bij een windkracht vanaf 5 Beaufort lag de Waker op wacht in het Texel-verkeersscheidingsstelsel, omdat bij deze weersomstandigheden de kans op een drifter relatief groot is, evenals de kans op een aandrijving omdat de driftsnelheid relatief groot is.

De plaats van De Waker bij het verkeersscheidingsstelsel was 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.

Voor windenergiegebied Borssele is het effect van de ETV op het aantal aandrijvingen niet berekend vanwege de grote afstand tussen de positie van de Waker en kavels III en IV van windenergiegebied Borssele; het duurt te lang voordat de ETV aanwezig kan zijn. Het positioneren van een ETV in de buurt van windenergiegebied Borssele zal de aandrijvingsfrequenties voor kavels III en IV wel doen reduceren. Uit eerdere studies is gebleken dat dit kan leiden tot een reductie van meer dan 80% (afhankelijk van de locatie van het windpark t.o.v. de positionering van de ETV).

5.3 Autonome ontwikkeling uitstroom van olie

Voor het bepalen van de frequentie van een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van de schadematrix die is samengesteld uit het onderzoek uitgevoerd voor het Offshore Windpark Egmond aan Zee [5]. Dit is een 'worst-case' benadering. Wanneer nu de frequentie van 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 jacket 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 bijna uitgefaseerd zijn op de Noordzee en zijn 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.

6 CONCLUSIES

6.1 Kavel III

Voor twee varianten van Kavel III van windenergiegebied Borssele zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvarings- en aandrijvingsfrequenties van de turbines. Onderstaande tabel (Tabel 4-3) geeft de totale frequenties per variant. Voor variant K3_4MW zijn de frequenties hoger dan voor variant K3_10MW. Dit komt vooral door het hogere aantal turbines. De totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie voor variant K3_4MW is 0.034428.

Variant **Borssele Kavel III**	Opper-vlakte [km^2]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K3_4MW	66.21	95	0.000038	0.000020	0.031798	0.002572	0.034428
K3_10MW	61.73	38	0.000014	0.000009	0.012436	0.000887	0.013346

Daarnaast is de aanvarings- en aandrijvingsfrequentie per turbine in variant K3_4MW groter dan in variant K3_10MW als gevolg van de grotere afmeting van de jacket ten opzichte van de monopaal.

Als gevolg van variant K3_4MW wordt eens per 458 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor variant K3_10MW eens per 1162 jaar is. De uitstroomfrequentie van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van windenergiegebied Borssele Kavel III variant K3_4MW toe met 0.44%. Voor variant K3_10MW is dit lager (0.17%).

De frequentie van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van de kavel is weergegeven in de volgende tabel (Tabel 4-6). De verwachte uitstroom is voor variant K3_4MW van Kavel III van windenergiegebied Borssele eens per 2552 jaar en voor variant K3_10MW eens per 6643 jaar.

Ecologische risico-indicator	K3_4MW	K3_10MW
Zeer hoog ecologisch risico	0.000092	0.000035
Hoog ecologisch risico	0.000017	0.000007
Gemiddeld ecologisch risico	0.000023	0.000009
Gering ecologisch risico	0.000166	0.000063
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000094	0.000036
Totaal	0.000392	0.000151
Eens in de … jaar	2552	6643

De frequentie van persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico voldaan, zowel wat betreft het individuele als het groepsrisico.

6.2 Kavel IV

Voor twee varianten van Kavel IV van windenergiegebied Borssele zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvarings- en aandrijvingsfrequenties van de turbines. Onderstaande tabel (Tabel 4-9) geeft de totale frequenties per variant. Voor variant K4_4MW zijn de frequenties hoger dan voor variant K4_10MW. Dit komt vooral door het hogere aantal turbines. De totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie voor variant K4_4MW is 0.050634.

Variant **Borssele Kavel IV**	Opper-vlakte [km^2]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K4_4MW	66.23	95	0.000681	0.005374	0.041387	0.003193	0.050634
K4_10MW	62.87	38	0.000231	0.001412	0.016177	0.001058	0.018878

Daarnaast leidt de grotere diameter van de turbines in variant K4_4MW ook tot een grotere aanvaringsfrequentie.

Als gevolg van variant K4_4MW wordt eens per 336 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor variant K4_10MW eens per 853 jaar is. De uitstroomfrequentie van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van windenergiegebied Borssele Kavel IV variant K4_4MW toe met 0.59%. Voor variant K4_10MW is dit lager (0.23%).

De frequentie van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van de kavel is weergegeven in de volgende tabel (Tabel 4-12). De verwachte uitstroom is voor variant K4_4MW van Kavel IV van windenergiegebied Borssele eens per 1943 jaar en voor variant K4_10MW eens per 5033 jaar.

Ecologische risico-indicator	K4_4MW	K4_10MW
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000	0.000000
Gemiddeld ecologisch risico	0.000081	0.000032
Gering ecologisch risico	0.000046	0.000018
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000388	0.000149
Totaal	0.000515	0.000199
Eens in de … jaar	1943	5033

De frequentie van persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico voldaan, zowel wat betreft het individueel als het groepsrisico.

6.3 Overige effecten

Naast de aanvarings- en aandrijvingsfrequenties voor de turbines is er ook gekeken naar enkele andere effecten van de kavels op de scheepvaartveiligheid. Deze effecten zijn voor beide kavels vergelijkbaar.

Effecten als gevolg van een wijziging in de routestructuur
De effecten op de scheepvaart als gevolg van de wijziging in de routestructuur zijn klein tot zeer klein.

Kruisende scheepvaart
Nabij de locatie van Kavel III en Kavel IV kunnen twee ontmoetingssituaties onderscheiden worden:

- Routegebonden met routegebonden verkeer op de doorgaande vaarroutes;
- Ontmoeting met een schip <24 m dat Kavel IV verlaat in westelijke richting, indien er besloten wordt dat kleinere scheepvaart in het park mag varen.

In deze studie wordt niet gekeken naar ontmoetingssituaties met schepen die varen door de corridor aangezien deze situaties, al dan niet voor andere configuraties, eerder zijn beschouwd in de 'Veiligheidsstudie voor scheepvaartcorridors windenergiegebied Borssele' [12].

De afstand tussen de vaarbaan aan de westkant van Kavel IV en de buitenste turbines (meer dan 3.6 nm) geeft voldoende ruimte voor schepen om uit te wijken en zorgt niet voor belemmering van het zicht.

Effecten bij het openstellen van kavels III en IV
Het openstellen van de kavels voor doorvaart van schepen tot 24 meter leidt, door de grote afstanden tussen de turbines en de wendbaarheid van deze schepen, tot verwaarloosbaar kleine aanvaringsfrequenties (rammen). Een groter risico is een aandrijving van een turbine; de aandrijvingsfrequentie voor kavels III en IV is maximaal 0.0307 (eens in de 33 jaar) bij een inrichtingsvariant met 4MW-turbines. Deze frequentie is in de praktijk kleiner doordat het daadwerkelijk aandrijven van een turbine in veel gevallen tegengegaan kan worden.

Turbulentie van de turbines kan invloed hebben op het lokale windklimaat in de kavels en daardoor leiden tot extra aanvaringen of aandrijvingen van de turbines door zeilschepen. Een mogelijke maatregel zou kunnen zijn dat zeilboten alleen op de motor door de kavels mogen varen [8].

Doordat doorvaart niet toegestaan is in de Belgische windparken kan het voorkomen dat schepen die door windenergiegebied Borssele varen, om moeten draaien als ze bij de Belgische grens komen. Er is in beide inrichtingsvarianten van kavels III en IV genoeg ruimte tussen de palen voor het maken van een rondtorn. Indien schepen hun weg zoeken langs de zuidwestelijke rand van windenergiegebied Borssele kan dit leiden tot een verhoogde intensiteit in het grensgebied ten opzichte van de intensiteit in windenergiegebied Borssele, met mogelijk extra aanvaringen van de zuidwestelijke turbines van windenergiegebied Borssele en de noordoostelijke turbines van de Belgische windparken tot gevolg. Echter, de absolute toename van het aantal aanvaringen tussen schepen onderling zal klein zijn. Een aanbeveling is om duidelijk aan te geven waar wel en waar niet gevaren mag worden tussen de palen, bijvoorbeeld met een markering op de palen.

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] C. van der Tak
Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied “Hollandse Kust”
MARIN, 26455-2-MSCN-rev.4, 19 september 2013

[4] L. van Schaijk
Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel
MARIN, 27918-1-MSCN-rev.2, 7 november 2014

[5] J. Barentse
Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000

[6] C.J. Faasen, P.A.L. Franck A.M.H.W. Taris
Handboek Risicozonering Windturbines versie 3.1
DNV GL, 1 september 2014

[7] Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Abschlussberichts der Unterarbeitsgruppe "Parameter für Risikoanalysen"
BSH 2005

[8] Y. Koldenhof
Risicoanalyse: varen en vissen in windparken
MARIN, 26606-1-MSCN-rev.4, 31 juli 2014.

[9] Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee

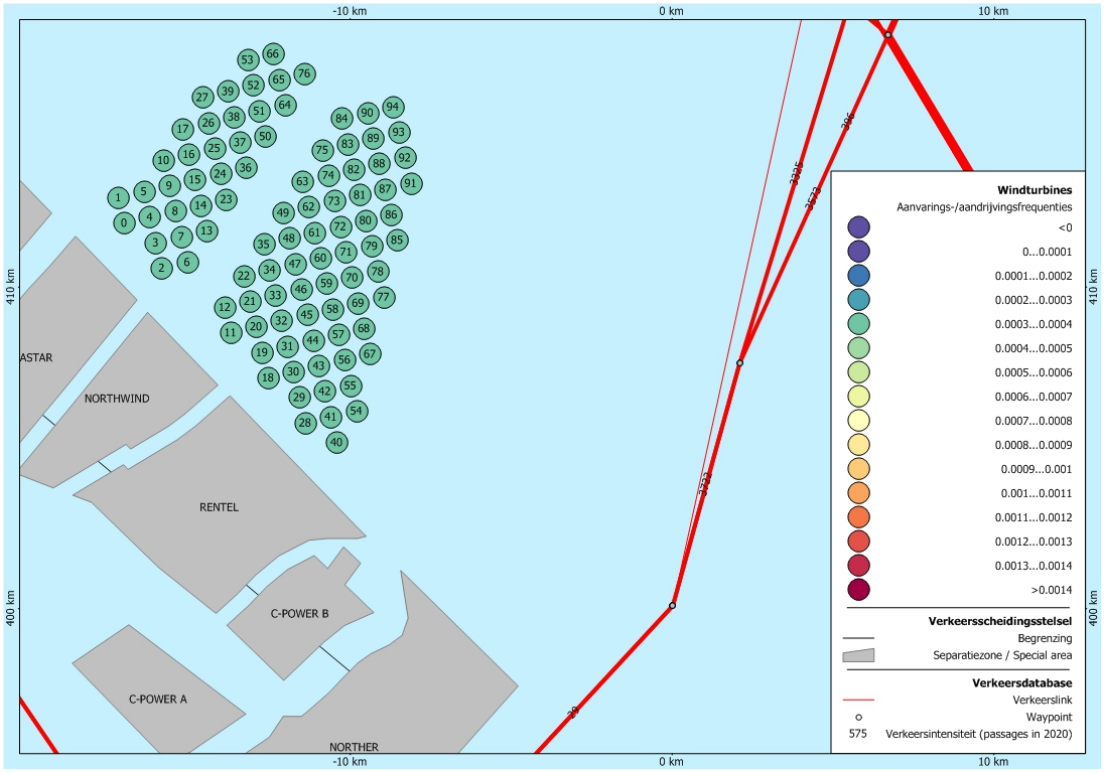
[10] Y. Koldenhof, C. van der Tak
Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee
MARIN, 19287.630/4, juli 2004

[11] L. van Schaijk, Y. Koldenhof
Effecten op scheepvaartveiligheid voor windenergiegebied Borssele – Veiligheidsstudie voor kavels I en II
MARIN, 27894-1-MSCN-rev.5, 12 juni 2015

[12] L. van Schaijk, Y. Koldenhof
Veiligheidsstudie voor scheepvaartcorridors windenergiegebied Borssele
MARIN, 27894-2-MSCN-rev.2, 10 april 2015

APPENDIX A1:

Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW)



Figuur A1-1 ***Lay-out en aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW)***

Tabel A1-1 ***Locatie, aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW)***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_K3_4MW	5140.2	254.0	0.000000	0.000000	0.000336	0.000023	0.000360	2776
001.Bor_K3_4MW	5140.6	253.8	0.000000	0.000000	0.000345	0.000023	0.000368	2716
002.Bor_K3_4MW	5139.5	255.1	0.000000	0.000000	0.000328	0.000024	0.000353	2836
003.Bor_K3_4MW	5139.9	254.9	0.000000	0.000000	0.000332	0.000024	0.000356	2807
004.Bor_K3_4MW	5140.3	254.7	0.000000	0.000000	0.000338	0.000023	0.000361	2769
005.Bor_K3_4MW	5140.8	254.5	0.000000	0.000000	0.000347	0.000023	0.000371	2698
006.Bor_K3_4MW	5139.6	255.7	0.000000	0.000000	0.000327	0.000024	0.000351	2852
007.Bor_K3_4MW	5140.0	255.6	0.000000	0.000000	0.000331	0.000023	0.000354	2822
008.Bor_K3_4MW	5140.4	255.4	0.000000	0.000000	0.000338	0.000023	0.000361	2770
009.Bor_K3_4MW	5140.9	255.2	0.000000	0.000000	0.000344	0.000024	0.000368	2720
010.Bor_K3_4MW	5141.3	255.0	0.000000	0.000000	0.000352	0.000024	0.000377	2654
011.Bor_K3_4MW	5138.4	257.0	0.000000	0.000000	0.000328	0.000025	0.000353	2834
012.Bor_K3_4MW	5138.9	256.8	0.000000	0.000000	0.000324	0.000024	0.000348	2875
013.Bor_K3_4MW	5140.1	256.2	0.000000	0.000000	0.000333	0.000022	0.000355	2817
014.Bor_K3_4MW	5140.6	256.0	0.000000	0.000000	0.000338	0.000023	0.000361	2771
015.Bor_K3_4MW	5141.0	255.9	0.000000	0.000000	0.000341	0.000024	0.000365	2740
016.Bor_K3_4MW	5141.4	255.7	0.000000	0.000000	0.000344	0.000025	0.000370	2703
017.Bor_K3_4MW	5141.8	255.5	0.000000	0.000000	0.000352	0.000025	0.000379	2642
018.Bor_K3_4MW	5137.7	258.0	0.000000	0.000000	0.000325	0.000026	0.000351	2846
019.Bor_K3_4MW	5138.1	257.8	0.000000	0.000000	0.000325	0.000025	0.000350	2856
020.Bor_K3_4MW	5138.6	257.7	0.000000	0.000000	0.000327	0.000024	0.000352	2842

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
021.Bor_K3_4MW	5139.0	257.5	0.000000	0.000000	0.000325	0.000023	0.000349	2868
022.Bor_K3_4MW	5139.4	257.3	0.000000	0.000000	0.000328	0.000023	0.000351	2852
023.Bor_K3_4MW	5140.7	256.8	0.000000	0.000000	0.000336	0.000024	0.000360	2777
024.Bor_K3_4MW	5141.1	256.6	0.000000	0.000000	0.000336	0.000024	0.000360	2777
025.Bor_K3_4MW	5141.5	256.4	0.000000	0.000000	0.000341	0.000025	0.000366	2729
026.Bor_K3_4MW	5141.9	256.2	0.000000	0.000000	0.000349	0.000025	0.000375	2669
027.Bor_K3_4MW	5142.4	256.0	0.000000	0.000001	0.000364	0.000026	0.000391	2555
028.Bor_K3_4MW	5137.0	259.1	0.000001	0.000000	0.000322	0.000029	0.000352	2844
029.Bor_K3_4MW	5137.4	258.9	0.000000	0.000000	0.000319	0.000028	0.000347	2880
030.Bor_K3_4MW	5137.8	258.7	0.000000	0.000000	0.000321	0.000027	0.000349	2867
031.Bor_K3_4MW	5138.2	258.5	0.000000	0.000000	0.000321	0.000027	0.000348	2873
032.Bor_K3_4MW	5138.7	258.3	0.000000	0.000000	0.000324	0.000026	0.000350	2856
033.Bor_K3_4MW	5139.1	258.1	0.000000	0.000000	0.000327	0.000025	0.000353	2835
034.Bor_K3_4MW	5139.5	258.0	0.000000	0.000000	0.000329	0.000024	0.000353	2831
035.Bor_K3_4MW	5139.9	257.8	0.000000	0.000000	0.000331	0.000024	0.000355	2817
036.Bor_K3_4MW	5141.2	257.2	0.000000	0.000000	0.000332	0.000025	0.000357	2800
037.Bor_K3_4MW	5141.6	257.1	0.000000	0.000000	0.000340	0.000026	0.000366	2730
038.Bor_K3_4MW	5142.1	256.9	0.000000	0.000000	0.000346	0.000026	0.000372	2689
039.Bor_K3_4MW	5142.5	256.7	0.000000	0.000001	0.000360	0.000027	0.000388	2578
040.Bor_K3_4MW	5136.7	259.9	0.000001	0.000000	0.000323	0.000031	0.000355	2816
041.Bor_K3_4MW	5137.1	259.8	0.000001	0.000000	0.000322	0.000030	0.000353	2832
042.Bor_K3_4MW	5137.5	259.6	0.000001	0.000000	0.000316	0.000030	0.000347	2883
043.Bor_K3_4MW	5137.9	259.4	0.000001	0.000000	0.000320	0.000029	0.000349	2866
044.Bor_K3_4MW	5138.4	259.2	0.000000	0.000000	0.000320	0.000028	0.000348	2870
045.Bor_K3_4MW	5138.8	259.0	0.000000	0.000000	0.000325	0.000027	0.000353	2835
046.Bor_K3_4MW	5139.2	258.9	0.000000	0.000000	0.000333	0.000027	0.000361	2773
047.Bor_K3_4MW	5139.6	258.7	0.000000	0.000000	0.000331	0.000026	0.000357	2798
048.Bor_K3_4MW	5140.0	258.5	0.000000	0.000000	0.000332	0.000026	0.000358	2793
049.Bor_K3_4MW	5140.5	258.3	0.000000	0.000000	0.000330	0.000025	0.000355	2817
050.Bor_K3_4MW	5141.7	257.7	0.000000	0.000000	0.000337	0.000026	0.000363	2758
051.Bor_K3_4MW	5142.2	257.5	0.000000	0.000000	0.000344	0.000027	0.000371	2694
052.Bor_K3_4MW	5142.6	257.4	0.000000	0.000001	0.000356	0.000027	0.000384	2605
053.Bor_K3_4MW	5143.0	257.2	0.000000	0.000001	0.000368	0.000028	0.000397	2517
054.Bor_K3_4MW	5137.2	300.4	0.000001	0.000000	0.000318	0.000031	0.000350	2855
055.Bor_K3_4MW	5137.6	300.2	0.000001	0.000000	0.000318	0.000031	0.000351	2852
056.Bor_K3_4MW	5138.0	300.1	0.000001	0.000000	0.000319	0.000030	0.000351	2853
057.Bor_K3_4MW	5138.5	259.9	0.000001	0.000000	0.000323	0.000030	0.000354	2823
058.Bor_K3_4MW	5138.9	259.7	0.000001	0.000000	0.000329	0.000029	0.000359	2783
059.Bor_K3_4MW	5139.3	259.5	0.000000	0.000000	0.000334	0.000029	0.000363	2755
060.Bor_K3_4MW	5139.7	259.3	0.000000	0.000000	0.000332	0.000028	0.000361	2773
061.Bor_K3_4MW	5140.2	259.2	0.000000	0.000000	0.000331	0.000027	0.000359	2786
062.Bor_K3_4MW	5140.6	259.0	0.000000	0.000000	0.000331	0.000027	0.000358	2794
063.Bor_K3_4MW	5141.0	258.8	0.000000	0.000000	0.000333	0.000026	0.000359	2784
064.Bor_K3_4MW	5142.3	258.3	0.000000	0.000000	0.000345	0.000027	0.000373	2684
065.Bor_K3_4MW	5142.7	258.1	0.000000	0.000001	0.000356	0.000026	0.000383	2610
066.Bor_K3_4MW	5143.1	257.9	0.000000	0.000001	0.000368	0.000028	0.000398	2515
067.Bor_K3_4MW	5138.2	300.7	0.000001	0.000000	0.000322	0.000031	0.000354	2822
068.Bor_K3_4MW	5138.6	300.5	0.000001	0.000000	0.000327	0.000031	0.000360	2778
069.Bor_K3_4MW	5139.0	300.4	0.000001	0.000000	0.000329	0.000031	0.000361	2773
070.Bor_K3_4MW	5139.4	300.2	0.000001	0.000000	0.000332	0.000031	0.000364	2747
071.Bor_K3_4MW	5139.9	300.0	0.000001	0.000000	0.000331	0.000030	0.000361	2767
072.Bor_K3_4MW	5140.3	259.8	0.000000	0.000000	0.000331	0.000029	0.000360	2777
073.Bor_K3_4MW	5140.7	259.6	0.000000	0.000000	0.000332	0.000028	0.000360	2776
074.Bor_K3_4MW	5141.1	259.5	0.000000	0.000000	0.000334	0.000027	0.000361	2771
075.Bor_K3_4MW	5141.6	259.3	0.000000	0.000000	0.000331	0.000026	0.000358	2792

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
076.Bor_K3_4MW	5142.8	258.7	0.000000	0.000000	0.000358	0.000028	0.000386	2592
077.Bor_K3_4MW	5139.1	301.1	0.000001	0.000000	0.000333	0.000033	0.000367	2725
078.Bor_K3_4MW	5139.5	300.9	0.000001	0.000000	0.000332	0.000032	0.000365	2737
079.Bor_K3_4MW	5140.0	300.7	0.000001	0.000000	0.000334	0.000031	0.000366	2732
080.Bor_K3_4MW	5140.4	300.5	0.000001	0.000000	0.000334	0.000030	0.000365	2741
081.Bor_K3_4MW	5140.8	300.4	0.000001	0.000000	0.000332	0.000029	0.000362	2763
082.Bor_K3_4MW	5141.2	300.2	0.000000	0.000000	0.000335	0.000029	0.000364	2745
083.Bor_K3_4MW	5141.7	259.9	0.000000	0.000000	0.000333	0.000028	0.000362	2765
084.Bor_K3_4MW	5142.1	259.8	0.000000	0.000000	0.000338	0.000027	0.000365	2738
085.Bor_K3_4MW	5140.1	301.4	0.000001	0.000000	0.000339	0.000032	0.000373	2685
086.Bor_K3_4MW	5140.5	301.2	0.000001	0.000000	0.000336	0.000031	0.000368	2717
087.Bor_K3_4MW	5140.9	301.0	0.000001	0.000000	0.000336	0.000030	0.000367	2725
088.Bor_K3_4MW	5141.4	300.8	0.000001	0.000000	0.000337	0.000029	0.000368	2720
089.Bor_K3_4MW	5141.8	300.7	0.000000	0.000000	0.000338	0.000029	0.000367	2725
090.Bor_K3_4MW	5142.2	300.5	0.000000	0.000000	0.000340	0.000028	0.000368	2716
091.Bor_K3_4MW	5141.0	301.7	0.000001	0.000000	0.000344	0.000032	0.000377	2653
092.Bor_K3_4MW	5141.5	301.5	0.000001	0.000000	0.000345	0.000030	0.000376	2658
093.Bor_K3_4MW	5141.9	301.3	0.000001	0.000000	0.000343	0.000030	0.000373	2679
094.Bor_K3_4MW	5142.3	301.1	0.000001	0.000000	0.000346	0.000029	0.000376	2662
Totaal per jaar			0.000038	0.000020	0.031798	0.002572	0.034428	29
Dit is eens in .. jaar			26652	50150	31	389	29	

Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele Kavel III variant 1 (4MW)

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	0.000038	26643	0.031802	31	0.031840	31
Niet-routegebonden	0.000020	50226	0.002572	389	0.002592	386
Totaal	0.000057	17408	0.034374	29	0.034431	29

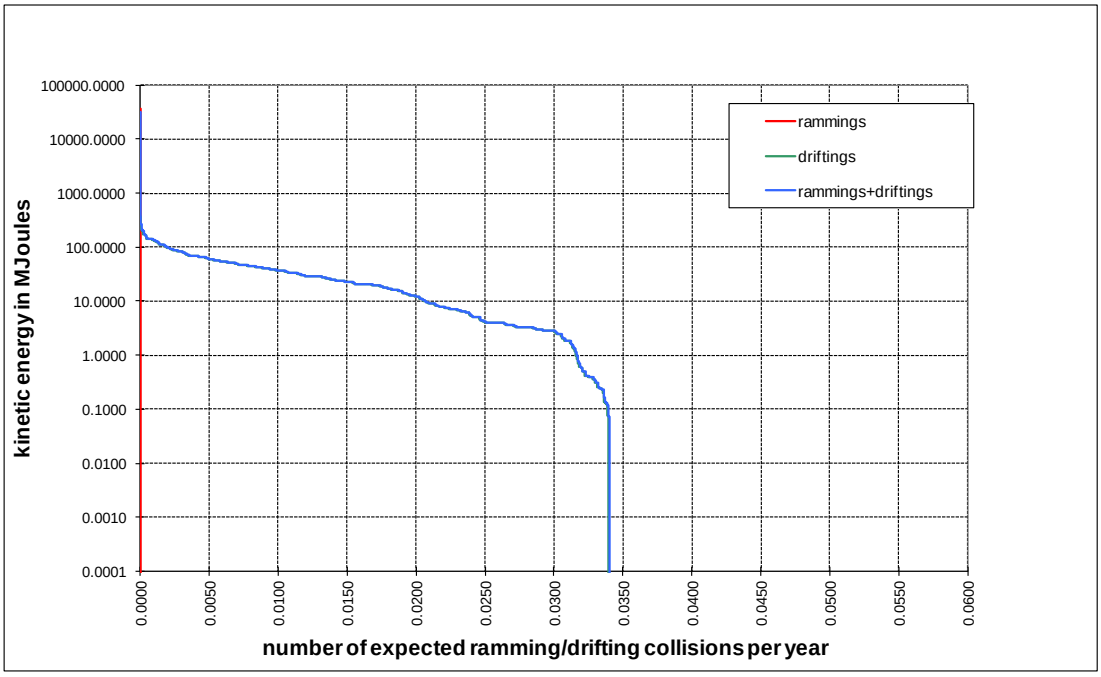
Tabel A1-3 Frequentie van een bepaalde schadesoort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000027	0.000003	0.003201	0.003231
Chemicaliëntanker	0.000008	0.000006	0.005531	0.005544
Gastanker	0.000006	0.000001	0.001225	0.001232
Container+ RoRo	0.003305	0.000012	0.008251	0.011567
Ferry	0.000009	0.000000	0.000193	0.000202
Overige R-schepen	0.000024	0.000009	0.010026	0.010059
N-schepen	0.000011	0.000000	0.002581	0.002592
alle	0.003389	0.000031	0.031008	0.034427

Tabel A1-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW)

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	0.000000	0.000000	0.000000	0.001595	0.002554	0.001595	0.002554	0.004149	241
Scheef	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.010824	0.000007	0.010824	0.000007	0.010831	92
Omvallen	0.000003	0.000002	0.000030	0.000018	0.019380	0.000011	0.019414	0.000031	0.019445	51
GosMos[1]	0.000000	0.000000	0.000003	0.000002	0.000000	0.000000	0.000004	0.000002	0.000006	174480
Totaal	0.000004	0.000002	0.000034	0.000020	0.031799	0.002572	0.031837	0.002594	0.034430	29

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming



Figuur A1-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Tabel A1-5 ***Verdeling aanvarings- en aandrijvingsfrequenties over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele Kavel III variant 1 (4MW)***

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%	0.0%	0.0%	0.8%	7.4%	8.1%	0.8%	7.4%	8.1%
1-3	0.0%	0.0%	0.0%	8.3%	0.1%	8.4%	8.3%	0.1%	8.4%
3-5	0.0%	0.0%	0.0%	11.9%	0.0%	11.9%	11.9%	0.0%	11.9%
5-10	0.0%	0.0%	0.0%	11.6%	0.0%	11.6%	11.6%	0.0%	11.6%
10-15	0.0%	0.0%	0.0%	4.6%	0.0%	4.6%	4.6%	0.0%	4.6%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	35.1%	0.0%	35.1%	35.1%	0.0%	35.1%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	14.4%	0.0%	14.4%	14.4%	0.0%	14.4%
100-200	0.0%	0.0%	0.0%	5.2%	0.0%	5.2%	5.2%	0.0%	5.2%
>200	0.1%	0.1%	0.2%	0.4%	0.0%	0.4%	0.5%	0.1%	0.6%
Totaal	0.1%	0.1%	0.2%	92.4%	7.5%	99.8%	92.5%	7.5%	100.0%

Tabel A1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000003	339561	0.000
20-150	0.000418	2393	0.037
150-750	0.000742	1348	0.290
750-3000	0.000454	2204	0.640
3000-10000	0.000045	22116	0.167
Totaal	0.001661	602	1.134

Tabel A1-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000	-	0.000
150-750	0.000043	23300	0.021
750-3000	0.000066	15176	0.152
3000-10000	0.000352	2839	2.132
10000-30000	0.000062	16256	0.957
30000-100000	0.000002	657044	0.048
Totaal	0.000524	1908	3.310

Tabel A1-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine

Windenergie-gebied Borssele Kavel III variant 1 (4MW)	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
	0.001661	602	1.134	0.000524	1908	3.310	458

Tabel A1-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

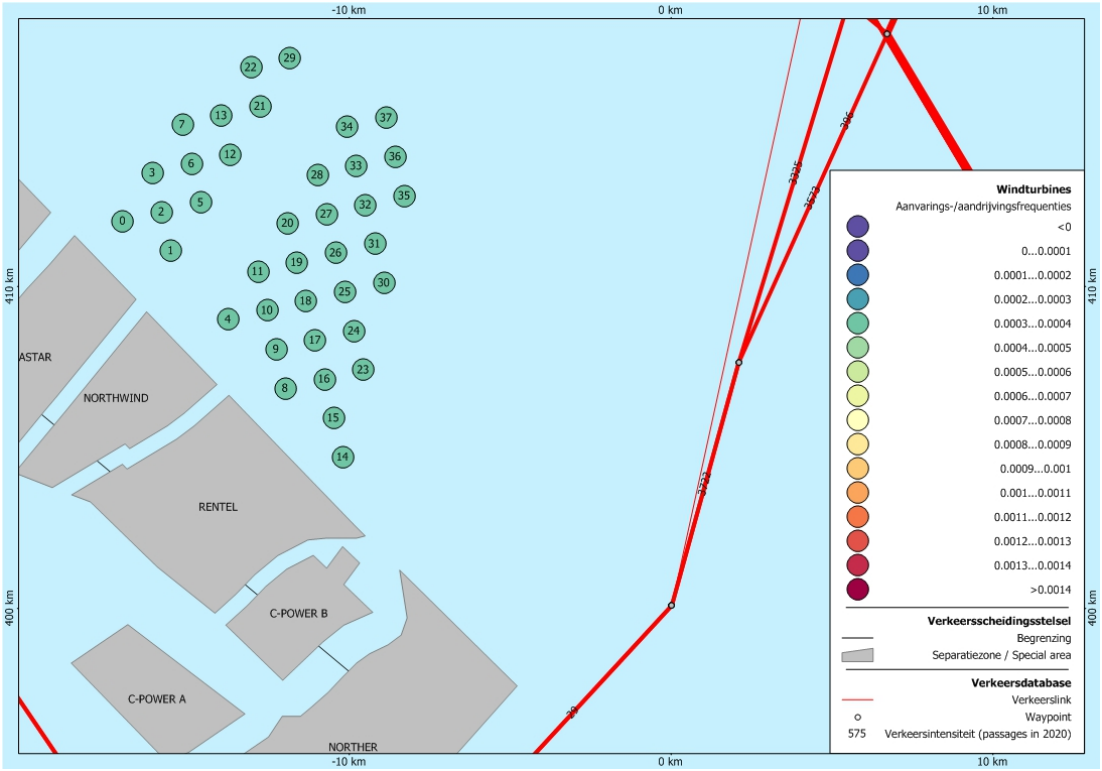
Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000092
Hoog ecologisch risico	0.000017
Gemiddeld ecologisch risico	0.000023
Gering ecologisch risico	0.000166
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000094
Totaal	0.000392
Eens in de … jaar	2552

Tabel A1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000000	0.000000	33783784	1.00	0.000000	-
Chemicaliëntanker	0.000000	0.000000	119688809	1.32	0.000000	-
Gastanker	0.000000	0.000000	151515152	0.95	0.000000	-
Container + RoRo	0.000000	0.000003	272375	0.99	0.000004	78740157
Ferry	0.000000	0.000000	97087379	59.90	0.000001	97087379
Overige R-schepen	0.000000	0.000000	37098868	1.15	0.000000	-
N-schepen	0.000000	0.000002	505474	0.12	0.000000	-
Totaal	0.000001	0.000005	174473	0.79	0.000005	43478261

APPENDIX A2:

Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW)



Figuur A2-1 Lay-out en aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW)

Tabel A2-1 Locatie, aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW)

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_K3_10MW	5140.2	254.0	0.000000	0.000000	0.000328	0.000021	0.000349	2862
001.Bor_K3_10MW	5139.8	255.3	0.000000	0.000000	0.000321	0.000021	0.000342	2925
002.Bor_K3_10MW	5140.4	255.0	0.000000	0.000000	0.000329	0.000020	0.000349	2864
003.Bor_K3_10MW	5141.1	254.8	0.000000	0.000000	0.000340	0.000021	0.000362	2763
004.Bor_K3_10MW	5138.6	256.9	0.000000	0.000000	0.000318	0.000021	0.000339	2953
005.Bor_K3_10MW	5140.6	256.1	0.000000	0.000000	0.000328	0.000020	0.000349	2869
006.Bor_K3_10MW	5141.2	255.8	0.000000	0.000000	0.000332	0.000021	0.000354	2826
007.Bor_K3_10MW	5141.9	255.5	0.000000	0.000000	0.000345	0.000022	0.000368	2716
008.Bor_K3_10MW	5137.5	258.5	0.000000	0.000000	0.000316	0.000023	0.000338	2954
009.Bor_K3_10MW	5138.2	258.3	0.000000	0.000000	0.000314	0.000022	0.000336	2973
010.Bor_K3_10MW	5138.8	258.0	0.000000	0.000000	0.000318	0.000021	0.000339	2946
011.Bor_K3_10MW	5139.5	257.7	0.000000	0.000000	0.000319	0.000021	0.000340	2940
012.Bor_K3_10MW	5141.4	256.8	0.000000	0.000000	0.000329	0.000021	0.000350	2857
013.Bor_K3_10MW	5142.1	256.6	0.000000	0.000000	0.000341	0.000022	0.000363	2752
014.Bor_K3_10MW	5136.4	300.1	0.000001	0.000000	0.000319	0.000026	0.000347	2881
015.Bor_K3_10MW	5137.1	259.8	0.000001	0.000000	0.000315	0.000025	0.000341	2928
016.Bor_K3_10MW	5137.7	259.6	0.000001	0.000000	0.000312	0.000025	0.000338	2963
017.Bor_K3_10MW	5138.4	259.3	0.000000	0.000000	0.000314	0.000024	0.000339	2953
018.Bor_K3_10MW	5139.0	259.0	0.000000	0.000000	0.000322	0.000023	0.000345	2895
019.Bor_K3_10MW	5139.6	258.7	0.000000	0.000000	0.000324	0.000022	0.000346	2891

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
020.Bor_K3_10MW	5140.3	258.4	0.000000	0.000000	0.000323	0.000021	0.000344	2903
021.Bor_K3_10MW	5142.2	257.6	0.000000	0.000000	0.000337	0.000023	0.000360	2777
022.Bor_K3_10MW	5142.9	257.3	0.000000	0.000001	0.000355	0.000024	0.000379	2635
023.Bor_K3_10MW	5137.9	300.6	0.000001	0.000000	0.000313	0.000027	0.000342	2926
024.Bor_K3_10MW	5138.5	300.3	0.000001	0.000000	0.000321	0.000026	0.000348	2872
025.Bor_K3_10MW	5139.2	300.1	0.000001	0.000000	0.000324	0.000025	0.000350	2860
026.Bor_K3_10MW	5139.8	259.8	0.000000	0.000000	0.000325	0.000024	0.000349	2862
027.Bor_K3_10MW	5140.5	259.5	0.000000	0.000000	0.000323	0.000023	0.000347	2885
028.Bor_K3_10MW	5141.1	259.2	0.000000	0.000000	0.000327	0.000022	0.000349	2862
029.Bor_K3_10MW	5143.1	258.4	0.000000	0.000001	0.000354	0.000024	0.000379	2640
030.Bor_K3_10MW	5139.3	301.1	0.000001	0.000001	0.000325	0.000028	0.000355	2814
031.Bor_K3_10MW	5140.0	300.8	0.000001	0.000001	0.000329	0.000026	0.000357	2804
032.Bor_K3_10MW	5140.6	300.5	0.000001	0.000000	0.000327	0.000025	0.000353	2835
033.Bor_K3_10MW	5141.3	300.2	0.000000	0.000000	0.000328	0.000024	0.000353	2832
034.Bor_K3_10MW	5141.9	259.9	0.000000	0.000000	0.000330	0.000023	0.000353	2830
035.Bor_K3_10MW	5140.8	301.6	0.000001	0.000001	0.000334	0.000028	0.000364	2745
036.Bor_K3_10MW	5141.5	301.3	0.000001	0.000001	0.000336	0.000027	0.000364	2744
037.Bor_K3_10MW	5142.1	301.0	0.000000	0.000000	0.000336	0.000026	0.000362	2759
Totaal per jaar			0.000014	0.000009	0.012436	0.000887	0.013346	75
Dit is eens in .. jaar			72993	106045	80	1128	75	

Tabel A2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele Kavel III variant 2 (10MW)

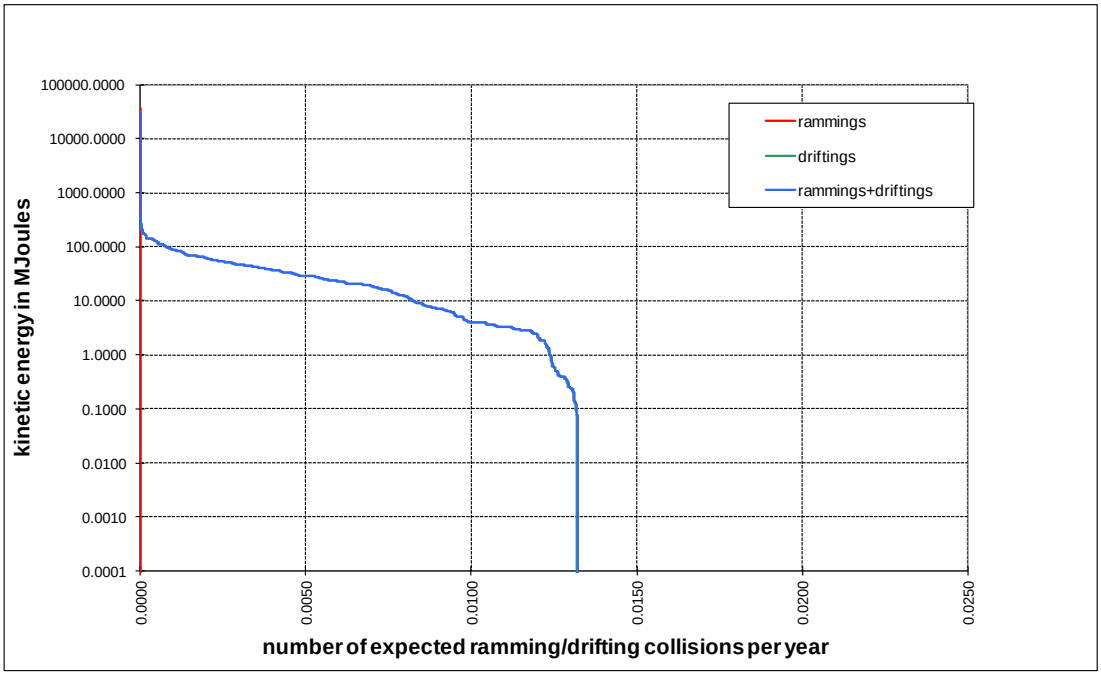
Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
Routegebonden	0.000014	72902	0.012435	80	0.012449	80
Niet-routegebonden	0.000009	105955	0.000887	1127	0.000896	1116
Totaal	0.000023	43187	0.013322	75	0.013345	75

Tabel A2-3 Frequentie van een bepaalde schadesoort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000000	0.000001	0.001278	0.001279
Chemicaliëntanker	0.000000	0.000002	0.002140	0.002142
Gastanker	0.000000	0.000000	0.000474	0.000474
Container+ RoRo	0.000001	0.000005	0.004638	0.004644
Ferry	0.000000	0.000000	0.000080	0.000080
Overige R-schepen	0.000000	0.000004	0.003826	0.003829
N-schepen	0.000001	0.000000	0.000895	0.000896
Totaal	0.000002	0.000012	0.013331	0.013345

Tabel A2-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW)

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	0.000000	0.000000	0.000000	0.000565	0.000879	0.000565	0.000879	0.001444	693
Scheef	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.004117	0.000003	0.004117	0.000003	0.004120	243
Omvallen	0.000001	0.000001	0.000011	0.000008	0.007754	0.000005	0.007766	0.000014	0.007781	129
GosMos[1]	0.000000	0.000000	0.000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	432698
Totaal	0.000001	0.000001	0.000012	0.000009	0.012436	0.000887	0.012450	0.000897	0.013347	75



Figuur A2-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel A2-5 Verdeling aanvarings- en aandrijvingsfrequenties over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele Kavel III variant 2 (10MW)

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%	0.0%	0.0%	0.7%	6.5%	7.2%	0.7%	6.5%	7.2%
1-3	0.0%	0.0%	0.0%	7.9%	0.1%	8.0%	7.9%	0.1%	8.0%
3-5	0.0%	0.0%	0.0%	11.6%	0.0%	11.6%	11.6%	0.0%	11.6%
5-10	0.0%	0.0%	0.0%	11.5%	0.0%	11.5%	11.5%	0.0%	11.5%
10-15	0.0%	0.0%	0.0%	4.7%	0.0%	4.7%	4.7%	0.0%	4.7%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	36.0%	0.0%	36.0%	36.0%	0.0%	36.0%
50-100	0.0%	0.0%	0.0%	15.0%	0.0%	15.0%	15.0%	0.0%	15.0%
100-200	0.0%	0.0%	0.0%	5.5%	0.0%	5.5%	5.5%	0.0%	5.5%
>200	0.1%	0.1%	0.2%	0.5%	0.0%	0.5%	0.6%	0.1%	0.6%
Totaal	0.1%	0.1%	0.2%	93.2%	6.7%	99.8%	93.3%	6.7%	100.0%

Tabel A2-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000001	926030	0.000
20-150	0.000159	6282	0.014
150-750	0.000292	3427	0.115
750-3000	0.000183	5478	0.258
3000-10000	0.000018	54083	0.068
Totaal	0.000653	1531	0.456

Tabel A2-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000	-	0.000
150-750	0.000016	60819	0.008
750-3000	0.000026	38716	0.059
3000-10000	0.000140	7158	0.847
10000-30000	0.000025	40488	0.384
30000-100000	0.000001	1635086	0.019
Totaal	0.000207	4824	1.318

Tabel A2-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine

Windenergie-gebied Borssele Kavel III variant 2 (10MW)	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
	0.000653	1531	0.456	0.000207	4824	1.318	1162

Tabel A2-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

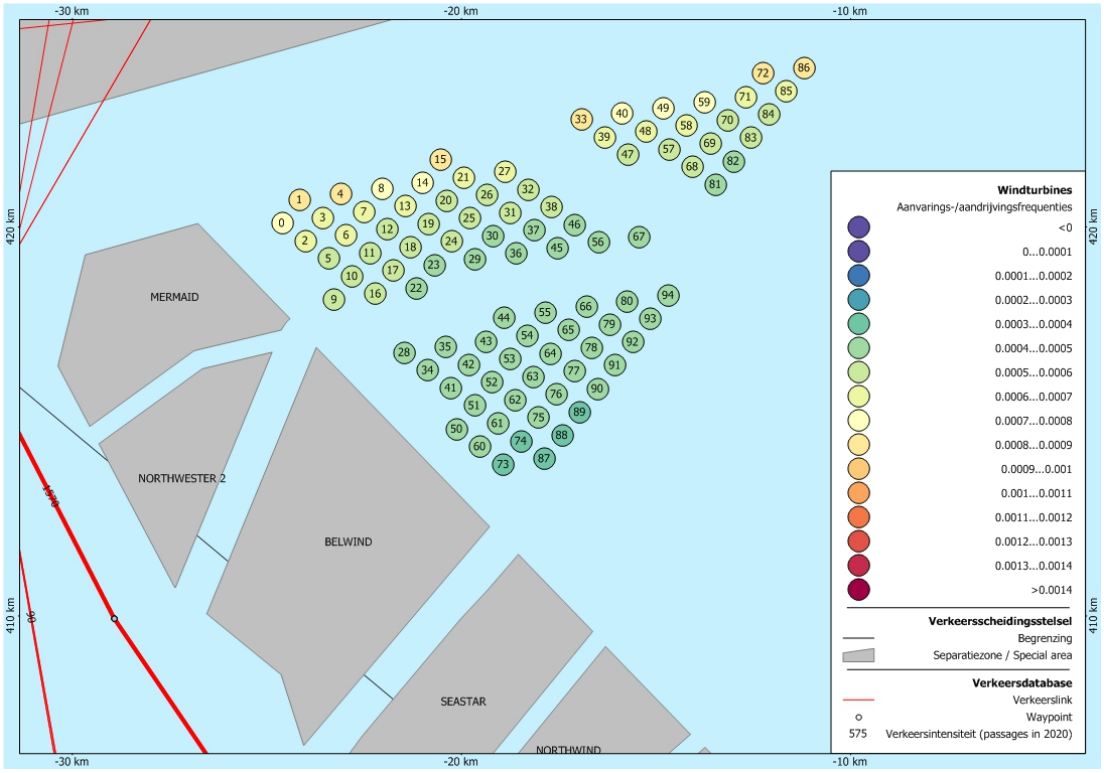
Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000035
Hoog ecologisch risico	0.000007
Gemiddeld ecologisch risico	0.000009
Gering ecologisch risico	0.000063
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000036
Totaal	0.000151
Eens in de … jaar	6643

Tabel A2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000000	0.000000	98039216	1.56	0.000000	-
Chemicaliëntanker	0.000000	0.000000	370370370	1.70	0.000000	-
Gastanker	0.000000	0.000000	476190476	1.45	0.000000	-
Container + RoRo	0.000000	0.000001	744516	1.48	0.000002	49504950
Ferry	0.000000	0.000000	256410256	93.79	0.000000	256410256
Overige R-schepen	0.000000	0.000000	104166667	1.68	0.000000	-
N-schepen	0.000000	0.000001	1064543	0.18	0.000000	-
Totaal	0.000000	0.000002	432708	1.11	0.000003	41493776

APPENDIX B1:

Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)



Figuur B1-1 Lay-out en aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)

Tabel B1-1 Locatie, aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_K4_4MW	5144.4	247.2	0.000015	0.000138	0.000553	0.000038	0.000744	1344
001.Bor_K4_4MW	5144.8	247.6	0.000025	0.000268	0.000560	0.000040	0.000893	1120
002.Bor_K4_4MW	5144.2	247.7	0.000008	0.000058	0.000522	0.000036	0.000625	1600
003.Bor_K4_4MW	5144.5	248.1	0.000012	0.000111	0.000534	0.000038	0.000696	1437
004.Bor_K4_4MW	5144.9	248.5	0.000023	0.000216	0.000537	0.000039	0.000815	1227
005.Bor_K4_4MW	5144.0	248.2	0.000004	0.000025	0.000500	0.000034	0.000563	1777
006.Bor_K4_4MW	5144.3	248.6	0.000008	0.000050	0.000509	0.000037	0.000603	1657
007.Bor_K4_4MW	5144.6	249.0	0.000012	0.000093	0.000508	0.000038	0.000651	1536
008.Bor_K4_4MW	5145.0	249.4	0.000020	0.000178	0.000512	0.000040	0.000750	1334
009.Bor_K4_4MW	5143.4	248.4	0.000002	0.000008	0.000475	0.000031	0.000516	1937
010.Bor_K4_4MW	5143.7	248.8	0.000002	0.000013	0.000481	0.000032	0.000529	1889
011.Bor_K4_4MW	5144.1	249.1	0.000003	0.000024	0.000487	0.000034	0.000548	1824
012.Bor_K4_4MW	5144.4	249.6	0.000006	0.000045	0.000489	0.000037	0.000577	1733
013.Bor_K4_4MW	5144.7	249.9	0.000012	0.000082	0.000488	0.000038	0.000620	1613
014.Bor_K4_4MW	5145.1	250.3	0.000018	0.000159	0.000495	0.000040	0.000711	1407
015.Bor_K4_4MW	5145.4	250.6	0.000031	0.000310	0.000506	0.000041	0.000888	1126
016.Bor_K4_4MW	5143.5	249.3	0.000001	0.000009	0.000461	0.000031	0.000502	1991
017.Bor_K4_4MW	5143.8	249.7	0.000002	0.000013	0.000471	0.000033	0.000519	1928
018.Bor_K4_4MW	5144.2	250.1	0.000004	0.000023	0.000469	0.000034	0.000529	1890
019.Bor_K4_4MW	5144.5	250.5	0.000006	0.000044	0.000469	0.000037	0.000555	1802
020.Bor_K4_4MW	5144.8	250.8	0.000011	0.000076	0.000473	0.000038	0.000598	1671

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
021.Bor_K4_4MW	5145.2	251.2	0.000017	0.000141	0.000478	0.000040	0.000676	1479
022.Bor_K4_4MW	5143.6	250.2	0.000001	0.000008	0.000451	0.000031	0.000491	2036
023.Bor_K4_4MW	5143.9	250.6	0.000002	0.000013	0.000451	0.000033	0.000498	2007
024.Bor_K4_4MW	5144.3	251.0	0.000004	0.000022	0.000450	0.000034	0.000510	1961
025.Bor_K4_4MW	5144.6	251.4	0.000006	0.000040	0.000453	0.000036	0.000535	1868
026.Bor_K4_4MW	5144.9	251.7	0.000010	0.000067	0.000460	0.000038	0.000575	1739
027.Bor_K4_4MW	5145.3	252.1	0.000016	0.000118	0.000468	0.000040	0.000642	1558
028.Bor_K4_4MW	5142.7	250.0	0.000001	0.000003	0.000424	0.000029	0.000457	2190
029.Bor_K4_4MW	5144.0	251.5	0.000002	0.000013	0.000433	0.000032	0.000480	2084
030.Bor_K4_4MW	5144.4	251.9	0.000003	0.000021	0.000439	0.000034	0.000497	2014
031.Bor_K4_4MW	5144.7	252.3	0.000006	0.000036	0.000442	0.000037	0.000521	1921
032.Bor_K4_4MW	5145.0	252.6	0.000009	0.000057	0.000447	0.000039	0.000552	1811
033.Bor_K4_4MW	5146.0	253.8	0.000034	0.000296	0.000477	0.000042	0.000849	1178
034.Bor_K4_4MW	5142.5	250.5	0.000000	0.000003	0.000410	0.000028	0.000442	2264
035.Bor_K4_4MW	5142.8	250.9	0.000000	0.000004	0.000414	0.000029	0.000446	2240
036.Bor_K4_4MW	5144.1	252.4	0.000002	0.000012	0.000423	0.000033	0.000471	2123
037.Bor_K4_4MW	5144.5	252.8	0.000003	0.000019	0.000427	0.000034	0.000483	2070
038.Bor_K4_4MW	5144.8	253.2	0.000006	0.000031	0.000437	0.000037	0.000511	1957
039.Bor_K4_4MW	5145.8	254.3	0.000020	0.000141	0.000458	0.000041	0.000659	1517
040.Bor_K4_4MW	5146.1	254.7	0.000030	0.000249	0.000471	0.000041	0.000791	1265
041.Bor_K4_4MW	5142.2	251.1	0.000000	0.000002	0.000398	0.000027	0.000427	2344
042.Bor_K4_4MW	5142.6	251.5	0.000000	0.000003	0.000402	0.000028	0.000433	2312
043.Bor_K4_4MW	5142.9	251.8	0.000000	0.000004	0.000410	0.000029	0.000443	2259
044.Bor_K4_4MW	5143.2	252.2	0.000000	0.000005	0.000413	0.000030	0.000448	2233
045.Bor_K4_4MW	5144.2	253.3	0.000002	0.000011	0.000416	0.000035	0.000464	2155
046.Bor_K4_4MW	5144.6	253.7	0.000004	0.000017	0.000421	0.000035	0.000476	2099
047.Bor_K4_4MW	5145.6	254.8	0.000012	0.000068	0.000442	0.000040	0.000562	1780
048.Bor_K4_4MW	5145.9	255.2	0.000018	0.000119	0.000454	0.000041	0.000632	1583
049.Bor_K4_4MW	5146.2	255.6	0.000026	0.000208	0.000470	0.000041	0.000745	1342
050.Bor_K4_4MW	5141.7	251.2	0.000000	0.000001	0.000387	0.000024	0.000413	2424
051.Bor_K4_4MW	5142.0	251.6	0.000000	0.000001	0.000388	0.000025	0.000415	2412
052.Bor_K4_4MW	5142.3	252.0	0.000000	0.000002	0.000391	0.000027	0.000420	2382
053.Bor_K4_4MW	5142.7	252.4	0.000000	0.000003	0.000399	0.000028	0.000430	2325
054.Bor_K4_4MW	5143.0	252.7	0.000000	0.000004	0.000402	0.000030	0.000436	2296
055.Bor_K4_4MW	5143.3	253.1	0.000000	0.000005	0.000396	0.000031	0.000432	2317
056.Bor_K4_4MW	5144.3	254.2	0.000002	0.000010	0.000409	0.000034	0.000456	2194
057.Bor_K4_4MW	5145.7	255.7	0.000011	0.000056	0.000440	0.000040	0.000547	1828
058.Bor_K4_4MW	5146.0	256.2	0.000016	0.000098	0.000453	0.000040	0.000607	1648
059.Bor_K4_4MW	5146.3	256.5	0.000023	0.000176	0.000461	0.000041	0.000702	1425
060.Bor_K4_4MW	5141.4	251.8	0.000000	0.000001	0.000377	0.000024	0.000401	2491
061.Bor_K4_4MW	5141.8	252.1	0.000000	0.000001	0.000380	0.000025	0.000406	2462
062.Bor_K4_4MW	5142.1	252.5	0.000000	0.000001	0.000384	0.000025	0.000411	2436
063.Bor_K4_4MW	5142.4	252.9	0.000000	0.000002	0.000389	0.000027	0.000419	2389
064.Bor_K4_4MW	5142.8	253.3	0.000000	0.000003	0.000394	0.000028	0.000425	2352
065.Bor_K4_4MW	5143.1	253.6	0.000000	0.000003	0.000388	0.000029	0.000420	2378
066.Bor_K4_4MW	5143.4	254.1	0.000000	0.000004	0.000390	0.000031	0.000426	2350
067.Bor_K4_4MW	5144.4	255.1	0.000002	0.000009	0.000404	0.000034	0.000449	2228
068.Bor_K4_4MW	5145.4	256.3	0.000007	0.000029	0.000431	0.000038	0.000504	1984
069.Bor_K4_4MW	5145.8	256.7	0.000010	0.000046	0.000439	0.000039	0.000534	1872
070.Bor_K4_4MW	5146.1	257.1	0.000014	0.000083	0.000447	0.000040	0.000584	1713
071.Bor_K4_4MW	5146.4	257.4	0.000021	0.000161	0.000456	0.000041	0.000679	1474
072.Bor_K4_4MW	5146.7	257.8	0.000031	0.000355	0.000467	0.000041	0.000894	1118
073.Bor_K4_4MW	5141.2	252.3	0.000000	0.000000	0.000367	0.000024	0.000392	2551
074.Bor_K4_4MW	5141.5	252.7	0.000000	0.000001	0.000371	0.000024	0.000396	2522
075.Bor_K4_4MW	5141.9	253.0	0.000000	0.000001	0.000376	0.000025	0.000402	2490

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
076.Bor_K4_4MW	5142.2	253.5	0.000000	0.000001	0.000382	0.000026	0.000410	2438
077.Bor_K4_4MW	5142.5	253.8	0.000000	0.000002	0.000388	0.000027	0.000417	2399
078.Bor_K4_4MW	5142.9	254.2	0.000000	0.000002	0.000381	0.000028	0.000411	2432
079.Bor_K4_4MW	5143.2	254.5	0.000000	0.000003	0.000382	0.000029	0.000414	2414
080.Bor_K4_4MW	5143.5	255.0	0.000000	0.000004	0.000384	0.000032	0.000419	2384
081.Bor_K4_4MW	5145.2	256.8	0.000004	0.000014	0.000415	0.000038	0.000471	2122
082.Bor_K4_4MW	5145.5	257.2	0.000006	0.000023	0.000429	0.000038	0.000496	2017
083.Bor_K4_4MW	5145.8	257.6	0.000009	0.000037	0.000434	0.000039	0.000519	1927
084.Bor_K4_4MW	5146.2	258.0	0.000013	0.000069	0.000445	0.000040	0.000567	1764
085.Bor_K4_4MW	5146.5	258.3	0.000019	0.000146	0.000451	0.000040	0.000656	1524
086.Bor_K4_4MW	5146.8	258.7	0.000028	0.000334	0.000467	0.000041	0.000871	1149
087.Bor_K4_4MW	5141.3	253.2	0.000000	0.000000	0.000365	0.000024	0.000389	2569
088.Bor_K4_4MW	5141.6	253.6	0.000000	0.000001	0.000368	0.000025	0.000393	2544
089.Bor_K4_4MW	5142.0	253.9	0.000000	0.000001	0.000372	0.000025	0.000398	2512
090.Bor_K4_4MW	5142.3	254.4	0.000000	0.000001	0.000382	0.000027	0.000410	2440
091.Bor_K4_4MW	5142.6	254.7	0.000000	0.000002	0.000380	0.000028	0.000410	2440
092.Bor_K4_4MW	5143.0	255.1	0.000000	0.000002	0.000379	0.000029	0.000409	2442
093.Bor_K4_4MW	5143.3	255.5	0.000000	0.000002	0.000379	0.000030	0.000412	2430
094.Bor_K4_4MW	5143.6	255.9	0.000001	0.000003	0.000382	0.000032	0.000417	2399
Totaal per jaar			0.000681	0.005374	0.041387	0.003193	0.050634	20
Dit is eens in .. jaar			1469	186	24	313	20	

Tabel B1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)

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	0.000676	1479	0.041386	24	0.042062	24
Niet-routegebonden	0.005374	186	0.003194	313	0.008568	117
Totaal	0.006050	165	0.044580	22	0.050630	20

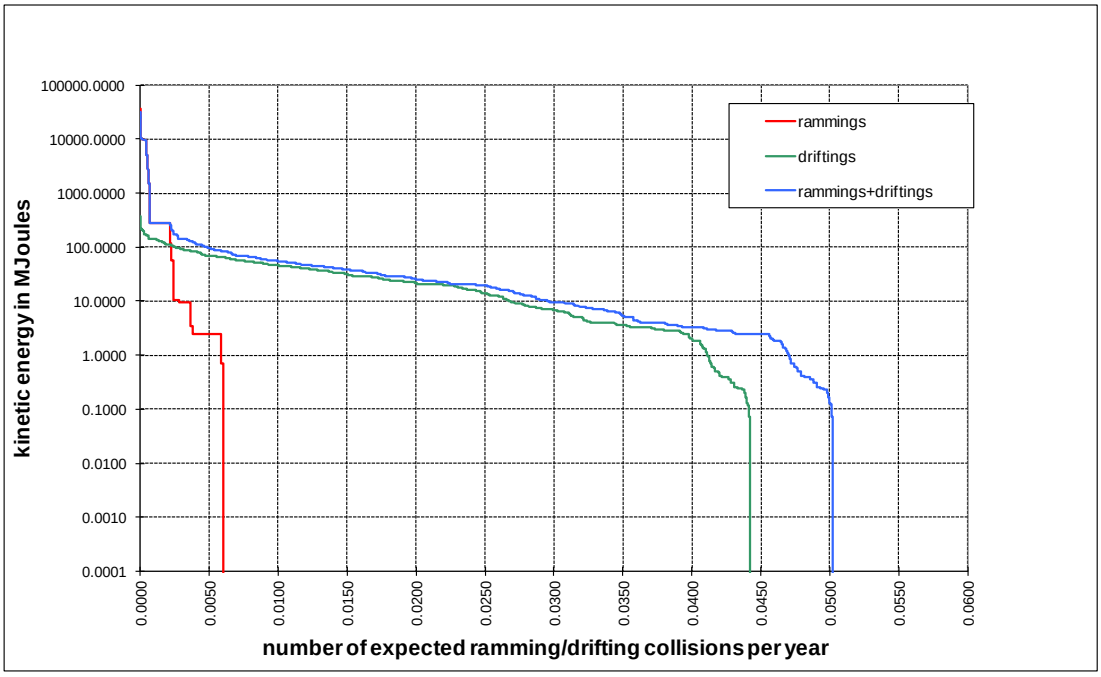
Tabel B1-3 Frequentie van een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000006	0.005136	0.000053	0.005195
Chemicaliëntanker	0.000002	0.008102	0.000029	0.008133
Gastanker	0.000000	0.001354	0.000001	0.001355
Container+ RoRo	0.000055	0.013077	0.000501	0.013633
Ferry	0.000000	0.000260	0.000016	0.000276
Overige R-schepen	0.000004	0.012277	0.001195	0.013476
N-schepen	0.000153	0.000009	0.008405	0.008567
alle	0.000221	0.040215	0.010199	0.050635

Tabel B1-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)

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	0.000366	0.000000	0.003296	0.001984	0.003162	0.001984	0.006824	0.008808	114
Scheef	0.000000	0.000000	0.000000	0.000149	0.014185	0.000009	0.014185	0.000158	0.014343	70
Omvallen	0.000061	0.000170	0.000552	0.001390	0.025218	0.000023	0.025831	0.001583	0.027414	36
GosMos[1]	0.000007	0.000016	0.000061	0.000137	0.000000	0.000000	0.000068	0.000153	0.000221	4525
Totaal	0.000068	0.000552	0.000613	0.004971	0.041387	0.003194	0.042068	0.008717	0.050785	20

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming



Figuur B1-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)***

Tabel B1-5 ***Verdeling aanvarings- en aandrijvingsfrequenties over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)***

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%	0.3%	0.3%	0.7%	6.2%	6.9%	0.7%	6.5%	7.2%
1-3	0.0%	4.1%	4.1%	7.3%	0.1%	7.4%	7.3%	4.2%	11.6%
3-5	0.0%	0.3%	0.3%	10.4%	0.0%	10.4%	10.4%	0.3%	10.7%
5-10	0.0%	1.7%	1.7%	10.5%	0.0%	10.5%	10.5%	1.7%	12.3%
10-15	0.0%	0.8%	0.8%	4.0%	0.0%	4.0%	4.0%	0.8%	4.8%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	31.0%	0.0%	31.0%	31.0%	0.0%	31.0%
50-100	0.0%	0.3%	0.3%	12.6%	0.0%	12.6%	12.6%	0.3%	12.9%
100-200	0.0%	0.1%	0.1%	4.7%	0.0%	4.7%	4.7%	0.1%	4.8%
>200	1.3%	2.9%	4.3%	0.4%	0.0%	0.4%	1.8%	2.9%	4.7%
Totaal	1.3%	10.6%	11.9%	81.7%	6.3%	88.1%	83.1%	16.9%	100.0%

Tabel B1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000004	264049	0.000
20-150	0.000548	1825	0.049
150-750	0.000950	1052	0.363
750-3000	0.000574	1743	0.809
3000-10000	0.000063	15838	0.233
Totaal	0.002139	468	1.454

Tabel B1-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000058	17294	0.028
750-3000	0.000106	9454	0.247
3000-10000	0.000567	1765	3.423
10000-30000	0.000103	9704	1.605
30000-100000	0.000003	390577	0.081
Totaal	0.000836	1196	5.383

Tabel B1-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele Kavel IV variant 1 (4MW)	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
	0.002139	468	1.454	0.000836	1196	5.383	336

Tabel B1-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

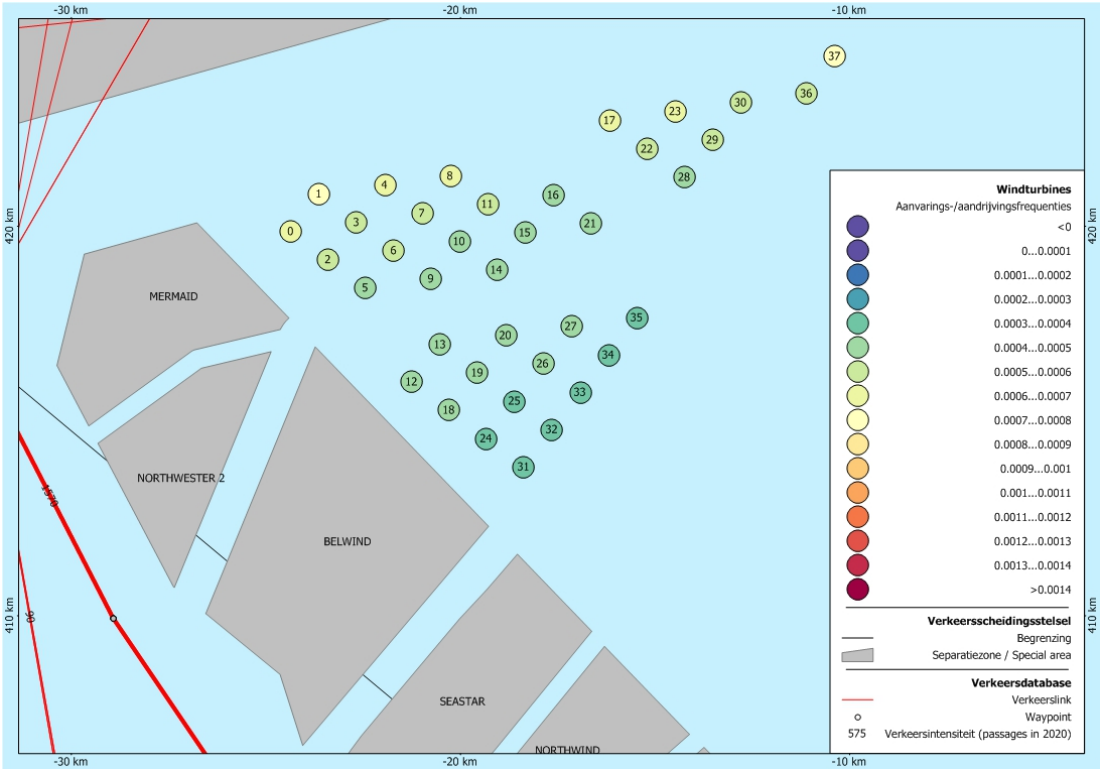
Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologisch risico	0.000081
Gering ecologisch risico	0.000046
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000388
Totaal	0.000515
Eens in de … jaar	1943

Tabel B1-10 ***Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt***

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	0.000001	0.000005	175439	1.02	0.000006	-
Chemicaliëntanker	0.000000	0.000002	407332	1.33	0.000003	-
Gastanker	0.000000	0.000000	-	-	0.000000	-
Container + RoRo	0.000006	0.000050	18146	1.43	0.000079	1666667
Ferry	0.000000	0.000000	5000000	59.15	0.000012	5000000
Overige R-schepen	0.000000	0.000004	250000	1.07	0.000004	-
N-schepen	0.000016	0.000137	6532	0.12	0.000018	-
Totaal	0.000023	0.000198	4534	0.55	0.000122	1250000

APPENDIX B2:

Resultaten windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)



Figuur B2-1 Lay-out en aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)

Tabel B2-1 Locatie, aanvarings- en aandrijvingsfrequenties turbines windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_K4_10MW	5144.3	247.4	0.000009	0.000057	0.000526	0.000030	0.000623	1605
001.Bor_K4_10MW	5144.9	248.0	0.000020	0.000163	0.000534	0.000032	0.000749	1335
002.Bor_K4_10MW	5143.9	248.2	0.000003	0.000019	0.000484	0.000029	0.000535	1870
003.Bor_K4_10MW	5144.5	248.8	0.000007	0.000048	0.000496	0.000031	0.000582	1719
004.Bor_K4_10MW	5145.0	249.4	0.000018	0.000126	0.000498	0.000033	0.000674	1483
005.Bor_K4_10MW	5143.6	249.1	0.000001	0.000010	0.000456	0.000027	0.000495	2021
006.Bor_K4_10MW	5144.1	249.7	0.000002	0.000020	0.000465	0.000029	0.000517	1934
007.Bor_K4_10MW	5144.6	250.3	0.000008	0.000042	0.000463	0.000031	0.000544	1839
008.Bor_K4_10MW	5145.2	250.9	0.000016	0.000108	0.000472	0.000034	0.000630	1588
009.Bor_K4_10MW	5143.7	250.6	0.000001	0.000010	0.000435	0.000028	0.000474	2108
010.Bor_K4_10MW	5144.3	251.2	0.000003	0.000018	0.000435	0.000030	0.000486	2057
011.Bor_K4_10MW	5144.8	251.8	0.000007	0.000037	0.000440	0.000032	0.000516	1939
012.Bor_K4_10MW	5142.3	250.2	0.000000	0.000002	0.000398	0.000023	0.000423	2363
013.Bor_K4_10MW	5142.8	250.8	0.000000	0.000003	0.000405	0.000024	0.000432	2315
014.Bor_K4_10MW	5143.9	252.0	0.000001	0.000008	0.000409	0.000026	0.000445	2248
015.Bor_K4_10MW	5144.4	252.6	0.000003	0.000013	0.000419	0.000028	0.000462	2164
016.Bor_K4_10MW	5144.9	253.2	0.000006	0.000024	0.000428	0.000030	0.000488	2051
017.Bor_K4_10MW	5146.0	254.4	0.000023	0.000148	0.000454	0.000034	0.000659	1517
018.Bor_K4_10MW	5141.9	251.1	0.000000	0.000001	0.000384	0.000021	0.000406	2464
019.Bor_K4_10MW	5142.5	251.7	0.000000	0.000002	0.000386	0.000023	0.000410	2438

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
020.Bor_K4_10MW	5143.0	252.3	0.000000	0.000002	0.000395	0.000024	0.000421	2376
021.Bor_K4_10MW	5144.6	254.1	0.000003	0.000009	0.000407	0.000031	0.000449	2225
022.Bor_K4_10MW	5145.6	255.3	0.000010	0.000046	0.000430	0.000033	0.000519	1927
023.Bor_K4_10MW	5146.2	255.9	0.000019	0.000107	0.000452	0.000033	0.000612	1635
024.Bor_K4_10MW	5141.6	252.0	0.000000	0.000000	0.000368	0.000020	0.000389	2573
025.Bor_K4_10MW	5142.1	252.6	0.000000	0.000001	0.000373	0.000021	0.000395	2531
026.Bor_K4_10MW	5142.6	253.2	0.000000	0.000001	0.000383	0.000022	0.000407	2456
027.Bor_K4_10MW	5143.1	253.8	0.000000	0.000002	0.000376	0.000023	0.000401	2491
028.Bor_K4_10MW	5145.3	256.2	0.000005	0.000016	0.000413	0.000032	0.000465	2149
029.Bor_K4_10MW	5145.8	256.8	0.000009	0.000033	0.000427	0.000032	0.000501	1997
030.Bor_K4_10MW	5146.3	257.4	0.000016	0.000081	0.000441	0.000033	0.000571	1750
031.Bor_K4_10MW	5141.2	252.8	0.000000	0.000000	0.000356	0.000020	0.000376	2660
032.Bor_K4_10MW	5141.7	253.4	0.000000	0.000000	0.000361	0.000020	0.000382	2616
033.Bor_K4_10MW	5142.2	254.0	0.000000	0.000001	0.000372	0.000024	0.000396	2523
034.Bor_K4_10MW	5142.8	254.6	0.000000	0.000001	0.000367	0.000025	0.000394	2540
035.Bor_K4_10MW	5143.3	255.2	0.000000	0.000002	0.000369	0.000027	0.000397	2517
036.Bor_K4_10MW	5146.5	258.8	0.000013	0.000058	0.000436	0.000032	0.000539	1855
037.Bor_K4_10MW	5147.0	259.4	0.000026	0.000192	0.000463	0.000033	0.000713	1402
Totaal per jaar			0.000231	0.001412	0.016177	0.001058	0.018878	53
Dit is eens in .. jaar			4327	708	62	945	53	

Tabel B2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)

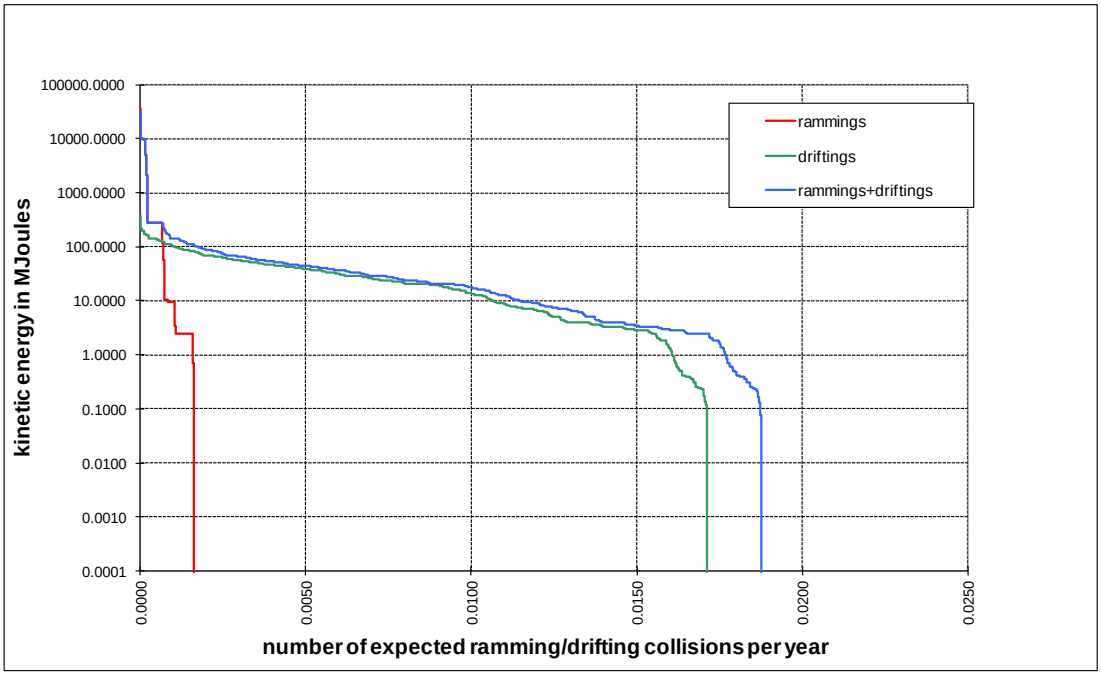
Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
Routegebonden	0.000224	4464	0.016174	62	0.016398	61
Niet-routegebonden	0.001411	709	0.001059	944	0.002470	405
Totaal	0.001635	612	0.017233	58	0.018868	53

Tabel B2-3 Frequentie van een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000002	0.002045	0.000020	0.002067
Chemicaliëntanker	0.000001	0.003148	0.000011	0.003160
Gastanker	0.000000	0.000520	-0.000001	0.000519
Container+ RoRo	0.000019	0.005204	0.000170	0.005393
Ferry	0.000000	0.000103	0.000005	0.000108
Overige R-schepen	0.000001	0.004743	0.000414	0.005158
N-schepen	0.000046	0.000003	0.002421	0.002470
Totaal	0.000068	0.015766	0.003041	0.018875

Tabel B2-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)

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	0.000090	0.000000	0.000810	0.000708	0.001046	0.000708	0.001946	0.002654	377
Scheef	0.000000	0.000000	0.000000	0.000040	0.005429	0.000003	0.005429	0.000043	0.005472	183
Omvallen	0.000021	0.000051	0.000187	0.000419	0.010039	0.000010	0.010247	0.000480	0.010727	93
GosMos[1]	0.000002	0.000005	0.000021	0.000041	0.000000	0.000000	0.000023	0.000046	0.000069	14458
Totaal	0.000023	0.000146	0.000208	0.001310	0.016176	0.001059	0.016407	0.002515	0.018922	53



Figuur B2-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel B2-5 Verdeling aanvarings- en aandrijvingsfrequenties over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)

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%	0.2%	0.2%	0.6%	5.5%	6.1%	0.6%	5.7%	6.4%
1-3	0.0%	2.7%	2.7%	7.3%	0.1%	7.4%	7.3%	2.9%	10.1%
3-5	0.0%	0.2%	0.2%	10.6%	0.0%	10.6%	10.6%	0.2%	10.8%
5-10	0.0%	1.1%	1.1%	10.9%	0.0%	10.9%	10.9%	1.1%	12.0%
10-15	0.0%	0.5%	0.5%	4.2%	0.0%	4.2%	4.2%	0.5%	4.7%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	32.9%	0.0%	32.9%	32.9%	0.0%	32.9%
50-100	0.0%	0.2%	0.2%	13.5%	0.0%	13.5%	13.5%	0.2%	13.8%
100-200	0.0%	0.1%	0.1%	5.1%	0.0%	5.1%	5.1%	0.1%	5.2%
>200	1.2%	2.4%	3.6%	0.5%	0.0%	0.5%	1.6%	2.4%	4.0%
Totaal	1.2%	7.5%	8.7%	85.7%	5.6%	91.3%	86.9%	13.1%	100.0%

Tabel B2-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000001	715734	0.000
20-150	0.000210	4763	0.019
150-750	0.000373	2682	0.143
750-3000	0.000229	4359	0.324
3000-10000	0.000026	39046	0.094
Totaal	0.000839	1192	0.581

Tabel B2-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000	-	0.000
150-750	0.000022	44877	0.011
750-3000	0.000042	24002	0.097
3000-10000	0.000226	4422	1.369
10000-30000	0.000042	23922	0.651
30000-100000	0.000001	961761	0.033
Totaal	0.000333	3003	2.161

Tabel B2-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine

Windenergie-gebied Borssele Kavel IV variant 2 (10MW)	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
	0.000839	1192	0.581	0.000333	3003	2.161	853

Tabel B2-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000000
Hoog ecologisch risico	0.000000
Gemiddeld ecologisch risico	0.000032
Gering ecologisch risico	0.000018
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000149
Totaal	0.000199
Eens in de … jaar	5033

Tabel B2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000000	0.000002	526316	1.58	0.000003	-
Chemicaliëntanker	0.000000	0.000001	1428571	1.70	0.000001	-
Gastanker	0.000000	0.000000	-	-	0.000000	-
Container + RoRo	0.000002	0.000017	53894	1.77	0.000033	2500000
Ferry	0.000000	0.000000	-	-	0.000000	-
Overige R-schepen	0.000000	0.000001	833333	1.63	0.000002	-
N-schepen	0.000005	0.000041	21687	0.19	0.000009	-
Totaal	0.000007	0.000061	14606	0.70	0.000048	2500000

Bijlage 7

Inventarisatie Flora en faunawet

1 Aanleiding

1.1 Aanleiding

In de Wet windenergie op zee wordt het zogeheten kavelbesluit geïntroduceerd om de uitrol van het zogeheten SER-akkoord vorm te kunnen geven. Hierin worden ook de wettelijke kaders met betrekking tot natuur geschetst die moeten worden getoetst binnen een dergelijk kavelbesluit. De basis van deze kaders met betrekking tot natuur vormen de Europese habitat- en vogelrichtlijn en daarmee aangepaste delen van de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) en de Flora- en faunawet (Ffwet).

Normaliter moet bij overtredingen van de verbodsbepalingen uit de Ffwet zogeheten 'ontheffingen' worden aangevraagd. In de Wet windenergie op zee wordt hiervan afgeweken en vormen deze ontheffingen een integraal onderdeel van het kavelbesluit in de vorm van zogeheten 'Vrijstellingen'.

2 Vogels

2.1 Inleiding

In Kavel III van windenergiegebied Borssele worden naar schatting jaarlijks 1.358 vogels slachtoffer van een aanvaring met windturbines bij de worst-case alternatief van 95 * 4 MW turbines met een rotordiameter van 116 m. en 34 slachtoffer als gevolg van habitatverlies (zie tabel 2.1 en het MER). Het betreft vooral vogels op seizoenstrek, maar ook zeevogels die in (de omgeving van) de windparken kunnen foerageren of rusten.

De aantallen slachtoffers per soort zijn bepaald op basis van dichtheden vogels die zijn verzameld tijdens tellingen in het gebied (Vanermen et al. 2013). Deze dichtheden zijn gebruikt in modelberekeningen en daaruit volgt een gemodelleerd aantal slachtoffers per soort. N.B. Hieruit blijkt dat onder enkele soorten zeevogels, waarvoor het plangebied wel een regulier overwinteringsgebied vormt, geen slachtoffers vallen, zoals bijvoorbeeld roodkeelduiker en grote jager.

Daarnaast is een inschatting gemaakt van de aantallen slachtoffers van soorten die wel door het gebied heen trekken, maar waarvoor de tellingen in het gebied geen realistische inschatting van dichtheden opleveren. Deze soorten zijn samengenomen in soortgroepen en voor deze groepen is gebruikt gemaakt van een totale flux (op basis van radaronderzoek in OWEZ) en het procentuele voorkomen van deze soortgroepen binnen die algehele flux (op basis van visuele waarnemingen in OWEZ). Op deze manier is een inschatting per soortgroep te maken van hoeveel slachtoffers er binnen deze soortgroepen gaan vallen. Dit is echter een minimum schatting omdat geen informatie op soortgroepniveau beschikbaar is over nachtelijke fluxen (visuele waarnemingen kunnen namelijk alleen overdag gedaan worden), terwijl bijvoorbeeld de meerderheid van de steltlopers 's nachts langs zullen komen.

Verder zijn deze slachtofferaantallen bepaald zonder dat mitigerende maatregelen zijn meegenomen in de berekeningen. De nadere onderbouwing en achterliggende berekeningen worden weergegeven in het Achtergronddocument bij het MER (Fijn et al. 2015, Bijlage 2 in het MER).

*Tabel 2.1 Jaarlijkse aantallen te verwachten slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies van een windpark in Kavel III in windenergiegebied Borssele. Aanvaringen zijn berekend met het Extended Band Model (Band 2012) met soortspecifieke avoidance-rates (Maclean et al. 2009).Sterfte door habitatverlies staat gelijk aan 10% (cf. Bradbury et al. 2014) van de verstoorde vogels (dichtheid * oppervlak windpark). Voor de individuele soorten zijn de slachtofferaantallen bepaald op basis van vogeldichtheden uit scheepstellingen in en nabij het plangebied (Vanermen et al. 2013). Voor soortgroepen (onderaan de tabel) zijn aantallen slachtoffers bepaald op basis van radar- en visuele waarnemingen nabij OWEZ (Krijgsveld et al. 2011, Fijn et al. 2015), echter dit betreft wel een minimum schatting omdat in de berekeningen geen informatie over nachtelijke fluxen op soortgroepniveau beschikbaar is.*

soort	sterfte door aanvaringen 95 * 4 MW ø 116 m	sterfte door habitatverlies kavel III	som
noordse stormvogel	0	2	2
jan-van-gent	19	5	24
stormmeeuw	19	3	22
kleine mantelmeeuw	127	9	136
zilvermeeuw	15	1	16

grote mantelmeeuw	38	2	40
dwergmeeuw	3	1	4
drieteenmeeuw	28	8	36
visdief	0	0	0
grote stern	1	1	2
alk	0	1	1
zeekoet	0	1	1
alk / zeekoet	0	0	0
ganzen en zwanen	41	n.v.t.	41
eenden	6	n.v.t.	6
reigers	8	n.v.t.	8
roofvogels en uilen	2	n.v.t.	2
steltlopers	5	n.v.t.	5
zangvogels	1046	n.v.t.	1046
Totaal	**1358**	**34**	**1392**

Om in het Kavelbesluit vrijstelling te verlenen voor deze sterfte van vogels (een overtreding van artikel 7 van de Wet windenergie op zee) wordt in deze bijlage een onderbouwing gegeven van welke soorten het hier betreft, hoe deze selectie heeft plaatsgevonden, en wat de gevolgen zijn van de sterfte op de gunstige staat van instandhouding van deze soorten. Voor achtergrondinformatie over het voorkomen en de verspreiding van vogels in het plangebied wordt verwezen naar het Achtergronddocument ten aanzien van Vogels (Fijn et al. 2015, Bijlage 2 in het MER).

2.2 Selectieprocedure

De selectie van soorten waarvoor voorzienbare sterft niet is uitgesloten is gedaan volgens het nu volgende stappenplan.

Stap 1: Selectie van vogelsoorten die redelijkerwijs als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in Nederland verwacht mogen worden (stap voor het verwijderen van 'landelijke incidenten').

1a – Input: Nederlandse avifauna (514 soorten, per 22 augustus 2014).

1b – Selectie: 213 soorten dwaalgasten die afgelopen 5 jaar gemiddeld ≤10x / jaar in Nederland zijn waargenomen[1] zonder dat Nederland een onderdeel vormt van de functionele jaarcyclus fase. (hieronder valt bijvoorbeeld wel de sneeuwuil, maar niet de oehoe, omdat laatstgenoemde soort in Nederland jaarlijks tot broeden komt).

1c – Selectie: 26 zeldzame soorten die afgelopen 5 jaar gemiddeld <100x / jaar in Nederland zijn waargenomen[1], waarvan het voorkomen zeer verspreid is en zonder dat Nederland een onderdeel vormt van de functionele jaarcyclus fase.

Resultaat stap 1 is een landelijke groslijst van 275 soorten die talrijk genoeg zijn om redelijkerwijs ergens in Nederland, inclusief de Nederlandse Noordzee, slachtoffer te kunnen worden door aanvaringen of habitatverlies en lokaal meer dan incidenteel (soorten 1a minus soorten 1b en minus soorten 1c).

Stap 2: Selectie van vogelsoorten die redelijkerwijs als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in het plangebied verwacht mogen worden (stap voor het verwijderen van 'incidenten' in het plangebied).

[1] Het aantal waarnemingen van een soort in Nederland is beschouwd als een goede afspiegeling van het daadwerkelijk voorkomen. Dus soorten met weinig waarnemingen zijn daadwerkelijk zeldzaam.

2a – Input	Landelijke groslijst met 275 soorten (resultaat stap 1).
2b – Selectie	Soorten die afgelopen 5 jaar niet of nauwelijks (gemiddeld ≤5 ex/jaar) in het plangebied aanwezig waren, omdat: • de soort geen sterke binding heeft met habitattype(n) dat in het plangebied voorkomt (b.v. landvogels die niet of zelden boven zee aanwezig zijn), of; • de soort landelijk (zeer) schaars en verspreid voorkomt en hooguit incidenteel in het plangebied. Aantallen slachtoffers door aanvaringen of habitatverlies voor soorten die in deze stap afvallen zijn zo klein (minder dan 1 ex. per 10 jaar) dat de sterfte niet te voorzien is en daarmee incidenteel is.
2c – Selectie	Soorten die in kleine aantallen (<100 ex/jaar) in het plangebied voorkomen/passeren en waarvan het absolute aantal slachtoffers verwaarloosbaar is, omdat de aanvaringskans voor een individu van alle soorten vogels sowieso zeer klein is. Aantallen slachtoffers door aanvaringen of habitatverlies voor soorten die in deze stap afvallen zijn zeer klein (minder dan 1 ex per jaar), zodat op voorhand zeker is dat de sterfte niet te voorzien is en dus incidenteel is.
2d – Selectie	Soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied maar waarvan de kans op aanvaring zeer klein is, en ze ook niet slachtoffer worden door habitatverlies, omdat: • het vogels betreft die niet op risicovolle hoogte rondvliegen, of: • het vogels betreft die weinig risicovolle vliegbewegingen ten aanzien van offshore windparken hebben. • ze maar in zeer lage dichtheden voorkomen Aantallen aanvaringsslachtoffers voor soorten die in deze stap afvallen zijn zeer klein (minder dan 1 ex per jaar), zodat op voorhand zeker is dat de sterfte niet te voorzien is en dus incidenteel is.

Resultaat stap 2 is een lijst van 137 soorten die jaarlijks als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in het plangebied verwacht kunnen worden. Voor deze soorten is voorzienbaar dat jaarlijks meer dan 1 individu slachtoffer wordt als gevolg van een windpark in windenergiegebied Borssele (soorten 2a minus soorten 2b en minus soorten 2c en minus soorten 2d).

Stap 3: Onderbouwing van selectie van vogelsoorten uit stap 2 die binding hebben met het plangebied.

3a – Input	Selectie van vogelsoorten die jaarlijks als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in het plangebied verwacht kunnen worden.
3b – Selectie	Soorten die geen duidelijke binding hebben met het plangebied (n = 125). Het gaat om soorten die slechts twee keer per jaar tijdens de seizoenstrek het plangebied passeren. Vanwege de relatief grote aantallen die per soort passeren, overdag en 's nachts, is vooraf niet uit te sluiten dat jaarlijks één of meerdere exemplaren slachtoffer worden van een aanvaring met een windturbine in het windpark. De betrokken populaties van deze soorten zijn vaak (zeer) groot, zodat het aantal aanvaringsslachtoffers ten opzichte van de 1%-mortaliteitsnorm klein is (zie tabel 2.3). De gunstige staat van instandhouding van deze soorten is niet in het geding zoals ook blijkt uit het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015) waarin de cumulatieve effecten als gevolg van 106 offshore windparken in de Zuidelijke Noordzee tot 2020 wordt beschouwd.
3c – Selectie	Soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied en waarvan op jaarbasis één of meerdere slachtoffers door aanvaringen of habitatverlies voor het windpark voorzien worden (n = 12). Voor deze soorten is het mogelijke effect van de voorziene sterfte op de gunstige staat van instandhouding in meer detail onderbouwd.

Resultaat stap 3 is een lijst van 137 soorten waarvan niet kan worden uitgesloten dat er jaarlijks in het plangebied één of meer slachtoffers door aanvaringen door habitatverlies vallen, inge-

deeld in vogels op seizoenstrek (125 soorten) en lokaal verblijvende vogels in de trektijd of in de winter (12 soorten) (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Vogelsoorten waarvan niet met zekerheid uitgesloten kan worden dat jaarlijks individu(en) slachtoffer zal(zullen) worden van een aanvaring met een windturbine in windenergiegebied Borssele of sterfte zal optreden als gevolg van habitatverlies. Selectie van soorten heeft plaatsgevonden middels de hiervoor beschreven selectiemethodiek.

3b soorten			
kleine zwaan	boomvalk	roek	zwarte roodstaart
kleine rietgans	slechtvalk	goudhaan	gekraagde roodstaart
grauwe gans	waterral	zwarte mees	paapje
kolgans	waterhoen	boomleeuwerik	roodborsttapuit
grote Canadese gans	meerkoet	veldleeuwerik	tapuit
brandgans	scholekster	strandleeuwerik	bonte vliegenvanger
rotgans	kluut	oeverzwaluw	heggenmus
bergeend	bontbekplevier	boerenzwaluw	ringmus
tafeleend	goudplevier	huiszwaluw	gele kwikstaart
kuifeend	zilverplevier	tjiftjaf	noordse kwikstaart
topper	kievit	fitis	grote gele kwikstaart
krakeend	kanoet	grasmus	witte kwikstaart
smient	drieteenstrandloper	tuinfluiter	rouwkwikstaart
slobeend	bonte strandloper	zwartkop	boompieper
wilde eend	watersnip	sprinkhaanzanger	graspieper
pijlstaart	houtsnip	snor	oeverpieper
zomertaling	grutto	spotvogel	vink
wintertaling	rosse grutto	kleine karekiet	keep
kwartel	regenwulp	rietzanger	groenling
blauwe reiger	wulp	pestvogel	putter
lepelaar	oeverloper	winterkoning	sijs
dodaars	zwarte ruiter	spreeuw	kneu
fuut	groenpootruiter	beflijster	grote barmsijs
roodhalsfuut	tureluur	merel	kruisbek
kuifduiker	steenloper	kramsvogel	goudvink
geoorde fuut	dwergstern	zanglijster	appelvink
bruine kiekendief	zwarte stern	koperwiek	sneeuwgors
blauwe kiekendief	koekoek	grote lijster	ijsgors
sperwer	ransuil	grauwe vliegenvanger	rietgors
visarend	velduil	roodborst	
torenvalk	gierzwaluw	nachtegaal	
smelleken	kauw	blauwborst	
3c soorten			
noordse stormvogel	dwergmeeuw	zilvermeeuw	grote stern
jan-van-gent	stormmeeuw	grote mantelmeeuw	zeekoet
drieteenmeeuw	kleine mantelmeeuw	visdief	alk

2.3 Mitigerende maatregelen

Om het aantal vogelslachtoffers te verminderen kan een aantal maatregelen getroffen worden. In het MER is een aantal maatregelen benoemd (tabel 2.3).

Tabel 2.3 Mitigatiemaatregelen om slachtoffers te verminderen onder vogels en vleermuizen zoals geïnventariseerd in het MER.

	maatregel	toelichting	haalbaarheid en/of effectiviteit	maatregel selecteren
	Aanlegfase en verwijderingsfase			
1	's nachts aan boord van schepen minimale verlichting voeren, idealiter in een 'vogelvriendelijke' kleur.	Werkt minder verstorend; mate van mitigatie niet bekend	Schepen zijn verplicht bepaalde verlichting te voeren terwijl voor nachtelijke (constructie)werkzaamheden voldoende verlichting nodig is	Nee
	Operationele fase			
2	zo klein mogelijk aantal en grotere turbines	Leidt tot minder aanvaringsslachtoffers	Ten opzicht van de eerste onderzoeken voor kavels in windenergiegebied Borssele is de ondergrens al verhoogd van 3 naar 4 MW per turbine, verdere verhoging van aantal MW wordt niet nagestreefd	Nee
3	Borssele zoveel mogelijk aan laten sluiten op de Vlaamse alternatieven.	Leidt tot een kleiner totaal oppervalk en daarmee tot minder verstoring	In verband met voorkomen windafvang is aan te houden afstand aan minimum gebonden. Bovendien ligt windenergiegebied Borssele al vast	Nee
4	tweebladige turbines in plaats van driebladige turbines	Leidt tot minder aanvaringsslachtoffers	Weinig concurrentie binnen deze categorie (slechts enkele fabrikanten) maakt voorschrijven van deze turbines niet mogelijk	Nee
5	introduceren van 'doorvliegcorridors' binnen het windpark	Het is onbekend wat de minimale breedte en 'richting' van een 'corridor' zou moeten zijn; bovendien (enigszins) strijdig met 3.	Tussen en in de kavels ontstaan al corridors ten gevolge van de aanwezigheid van kabels en leidingen	Wordt al in voorzien (inherent aan ligging kabels en leidingen in gebied)
6	zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) windpark	Leidt tot een kleiner totaal oppervlak en daarmee tot minder verstoring	Windenergiegebied Borssele ligt vast (kavelgrenzen); verkleinen park met behoud vermogen (380 MW is gegeven) leidt tot meer windafvang.	Nee
7	Verhogen detectiekans turbines (bladen) door reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen	Aannemelijk, (nog) niet ondersteund door empirisch onderzoek, dat vergroten detectiekans turbines leidt tot vermindering van aantal aanvaringsslachtoffers. Dit is vogelsoortspecifiek. (May et al.	Niet bekend op welke manier dit toegepast kan worden voor welke soorten en wat de neveneffecten zijn (toename verstoring). Effectiviteit onbekend.	Nee

		2015).		
8	's nachts aan boord van schepen minimale verlichting voeren, idealiter in een 'vogel-vriendelijke' kleur.	Werkt minder verstorend en vogelaantrekkend; mate van mitigatie niet bekend	Schepen zijn verplicht bepaalde verlichting te voeren terwijl voor nachtelijke (constructie)werkzaamheden voldoende verlichting nodig is	Nee
9	stilstandvoorziening tijdens piekmomenten van vogeltrek op rotorhoogte	Op momenten dat er veel vogels langskomen op rotorhoogte (gedetecteerd door visuele waarnemers, radar of camera's) worden automatisch turbines uitgeschakeld om aanvaringen te verminderen. Deze techniek staat echter nog in de kinderschoenen en wordt vooralsnog uitsluitend in testprojecten toegepast.	Haalbaarheid in de praktijk (nog) niet goed bekend, maar in bestaande vergunningen al wel opgenomen	Wordt overwogen
	Vleermuizen			
10	opstartsnelheid (de laagste windsnelheid waarbij de rotors van een turbine beginnen te draaien) verhogen in relevant seizoen en tijdstip van de dag (schemering).	De hoogste vleermuisactiviteit wordt tijdens rustige windomstandigheden gemeten. Stilstand bij lage windsnelheid in relevant seizoen/tijdstip voorkomt aanvaringen van trekkende vleermuizen.	Het is (op land) aangetoond dat deze veranderingen de vleermuissterfte met 44 - 93% kunnen verminderen (Baerwald et al. 2009). Balans tussen daling energieopbrengst en voorkomen aantal slachtoffers moet afgewogen worden.	Wordt overwogen

Maatregelen 2, 9 en 10 kunnen ertoe leiden dat het aantal slachtoffers lager wordt. Van maatregel 9 is op dit moment geen kwantitatieve reductie te bepalen. De drie maatregelen worden overwogen in het besluitvormingsproces. Vaststelling is afhankelijk van de uitkomsten van een afweging van effectiviteit (verminderen slachtoffers) en haalbaarheid (afname energieopbrengst en toename kosten).

In het vervolg van deze bijlage (onderdeel vogels) wordt daarom uitgegaan van de slachtofferaantallen zonder mitigatie (leidt tot vaststelling maximale aantallen).

2.4 Methode beoordeling sterfte t.o.v. Gunstige Staat van Instandhouding

In paragraaf 2.5 en 2.6 wordt onderbouwd of voor de 137 soorten die jaarlijks als slachtoffer in het plangebied verwacht kunnen worden, door aanvaringen of habitatverlies, de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de soort door de voorspelde sterfte in het geding kan komen.

Ter beoordeling van het effect van het aantal slachtoffers op de GSI van de populatie van een soort, is 1% van de gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie (1%-mortaliteitsnorm, ORNIS Committee) toegepast als een eerste 'grove zeef' (Steunpunt Natura 2000, 2009). Wanneer de sterfte onder deze 1%-mortaliteitsnorm blijft kan een effect op de GSI

van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde sterfte de 1%-mortaliteitsnorm overschrijdt dient nader beoordeeld te worden of er sprake kan zijn van een effect op de GSI van de populatie.

Het effect van de additionele sterfte (oftewel de *extra* sterfte als gevolg van het project bovenop de natuurlijke sterfte) op de GSI van vogelsoorten die geen duidelijke binding hebben met het plangebied en die voornamelijk tijdens seizoenstrek slachtoffer zullen worden, is getoetst aan de flyway-populatie van deze soorten[2]. Voor informatie over de omvang van de voor Nederland belangrijke flyway-populaties van watervogels is gebruik gemaakt van 'Waterbird population estimates' (Wetlands International 2014). Voor een inschatting van de omvang van de voor Nederland relevante flyway-populaties van roofvogels, zangvogels en enkele zeevogels is gebruik gemaakt van de informatie uit 'Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status' (Birdlife International 2004).

De sterfte van soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied, of die (ook) buiten de seizoenstrek frequent door het plangebied vliegen, is getoetst aan de populatie in de Nederlandse EEZ, waarvoor recente populatieschattingen beschikbaar zijn (Poot et al. 2013[3]).

De soort-specifieke jaarlijkse natuurlijke sterfte (%) is afgeleid van de BTO BirdFacts. Dit sterftepercentage is nodig om de sterfte veroorzaakt door het windpark te kunnen relateren aan de natuurlijke sterfte. Voor de soorten waarvan de jaarlijkse sterfte niet bekend is, is de natuurlijke sterfte van een ecologisch nauw verwante soort in de berekening toegepast. In de berekeningen is gewerkt met de jaarlijkse sterfte van volwassen vogels. Aangezien deze lager ligt dan de sterfte van onvolwassen vogels is dit een conservatief uitgangspunt waardoor er sprake is van een worst case scenario (er is dus gerekend met een relatief lage 1%-mortaliteitsnorm).

2.5 Beoordeling sterfte van stap 3b soorten (geen binding met het plangebied)

De overgrote meerderheid (125) van de 137 soorten waarvoor niet uitgesloten kan worden dat jaarlijks één of meer individuen slachtoffer zullen worden in windenergiegebied Borssele, betreft soorten die geen duidelijke binding hebben met het plangebied en daardoor hoofdzakelijk tijdens seizoenstrek slachtoffer zullen worden.

De sterfte van deze soorten is getoetst aan de relevante flyway-populaties (tabel 2.4). Deze populaties zijn over het algemeen (zeer) groot zodat op voorhand met zekerheid gesteld kan worden dat de voorziene sterfte lager zal zijn dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (1%-mortaliteitsnorm) (tabel 2.4).

<u>Een effect op de GSI kan voor al deze soorten op voorhand met zekerheid uitgesloten worden.</u>

Tabel 2.4 Populatiegroottes (incl. bron, zie toelichting), jaarlijkse adulten sterfte (incl. bron) en 1%-criterium van vogelsoorten waarvan niet met zekerheid uitgesloten kan worden dat jaarlijks één of meerdere individu(en) slachtoffer zal(zullen) worden van een aanvaring met een windturbine in windenergiegebied Borssele. Voor ordegroottes van aantallen slachtoffers op soortgroepniveau, zie tabel VI.1

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-mortaliteitsnorm
kleine zwaan	18.000	4	0,178	BTO	32

[2] Een groot deel van deze vogels betreft kustvogels. Rijkswaterstaat adviseert om de sterfte van deze kustvogels te toetsen aan de populaties van de Zuidelijke Noordzee (M. Platteeuw). Deze populatie is voor de meeste soorten echter niet duidelijk afgebakend en over het algemeen is geen schatting van de populatiegrootte beschikbaar. Omdat de sterfte van deze soorten effect heeft op de gehele populatie waaruit de vogels op seizoenstrek afkomstig zijn, is de voorspelde additionele sterfte dan ook aan deze gehele flyway-populatie getoetst.

[3] Poot, M.J.M., R.C. Fijn, J. de Jong & P.W. van Horssen 2013. Populatieschattingen zeevogels in de zone tot 80 km uit de Nederlandse kust met een extrapolatie naar de gehele Nederlandse EEZ. Resultaten Distance sampling en Distance analysis vliegtuigtellingen Shortlist Masterplan Wind op Zee. Rapport 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-mortaliteitsnorm
kleine rietgans	63.000	5	0,171	BTO	108
grauwe gans	610.000	5	0,17	BTO	1.037
kolgans	1.200.000	5	0,276	BTO	3.312
grote Canadese gans	162.500	2	0,276	BTO	449
brandgans	770.000	5	0,09	BTO	693
rotgans	200.000	5	0,1	BTO	200
bergeend	300.000	5	0,114	BTO	342
tafeleend	300.000	5	0,35	BTO	1.050
kuifeend	1.200.000	5	0,29	BTO	3.480
topper	310.000	5	0,52	BTO	1.612
krakeend	60.000	5	0,28	BTO	168
smient	1.500.000	5	0,47	BTO	7.050
slobeend	40.000	5	0,42	BTO	168
wilde eend	4.500.000	5	0,373	BTO	16.785
pijlstaart	60.000	5	0,337	BTO	202
zomertaling	2.000.000	5	0,47	wintertaling	9.400
wintertaling	500.000	5	0,47	BTO	2.350
kwartel	1.000.000	1	0,71	BTO	7.100
blauwe reiger	263.000	5	0,268	BTO	705
lepelaar	11.300	5	0,268	blauwe rei-ger	30
dodaars	300.000	5	0,2	roodhalsfuut	600
fuut	290.000	5	0,2	roodhalsfuut	580
roodhalsfuut	42.000	5	0,2	BTO	84
kuifduiker	4.600	5	0,2	roodhalsfuut	9
geoorde fuut	159.000	5	0,2	roodhalsfuut	318
bruine kiekendief	100.000	1	0,26	BTO	260
blauwe kiekendief	50.000	1	0,19	BTO	95
sperwer	500.000	1	0,31	BTO	1.550
visarend	10.000	1	0,15	BTO	15
torenvalk	100.000	1	0,31	BTO	310
smelleken	50.000	1	0,38	BTO	190
boomvalk	100.000	1	0,255	BTO	255
slechtvalk	10.000	1	0,2	BTO	20
waterral	100.000	5	0,299	meerkoet	299
waterhoen	2.700.000	5	0,377	BTO	10.179
meerkoet	1.750.000	5	0,299	BTO	5.233
scholekster	820.000	5	0,12	BTO	984
kluut	146.000	5	0,22	BTO	321
bontbekplevier	73.000	5	0,228	BTO	166
goudplevier	280.000	5	0,27	BTO	756
zilverplevier	250.000	5	0,14	BTO	350
kievit	5.500.000	5	0,295	BTO	16.225
kanoet	400.000	5	0,159	BTO	636
drieteenstrandlo-	120.000	5	0,17	BTO	204

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-mortaliteitsnorm
per					
bonte strandloper	1.330.000	5	0,26	BTO	3.458
watersnip	2.500.000	5	0,519	BTO	12.975
houtsnip	10.000.000	5	0,39	BTO	39.000
grutto	160.000	5	0,06	BTO	96
rosse grutto	120.000	5	0,285	BTO	342
regenwulp	19.0000	5	0,11	BTO	209
wulp	700.000	5	0,264	BTO	1.848
oeverloper	1.500.000	5	0,156	BTO	2.340
zwarte ruiter	60.000	5	0,464	bosruiter	278
groenpootruiter	190.000	5	0,464	bosruiter	882
tureluur	400.000	5	0,26	BTO	1.040
steenloper	45.000	5	0,14	BTO	63
dwergstern	33.000	5	0,101	BTO	33
zwarte stern	500.000	5	0,102	grote stern	510
koekoek	1.000.000	1	0,5	zomertortel	5.000
ransuil	100.000	1	0,31	BTO	310
velduil	100.000	1	0,31	ransuil	310
gierzwaluw	1.000.000	1	0,192	BTO	1.920
kauw	1.000.000	1	0,306	BTO	3.060
roek	1.000.000	1	0,21	BTO	2.100
goudhaan	1.000.000	1	0,851	BTO	8.510
zwarte mees	1.000.000	1	0,57	BTO	5.700
boomleeuwerik	500.000	1	0,4	BTO	2.000
veldleeuwerik	1.000.000	1	0,487	BTO	4.870
strandleeuwerik	100.000	1	0,487	veldleeuwe-rik	487
oeverzwaluw	1.000.000	1	0,7	BTO	7.000
boerenzwaluw	1.000.000	1	0,626	BTO	6.260
huiszwaluw	1.000.000	1	0,59	BTO	5.900
tjiftjaf	1.000.000	1	0,694	BTO	6.940
fitis	1.000.000	1	0,681	BTO	6.810
grasmus	1.000.000	1	0,609	BTO	6.090
tuinfluiter	1.000.000	1	0,5	BTO	5.000
zwartkop	1.000.000	1	0,564	BTO	5.640
sprinkhaanzanger	1.000.000	1	0,776	rietzanger	7.760
snor	100.000	1	0,776	rietzanger	776
spotvogel	1.000.000	1	0,5	BTO	5.000
kleine karekiet	1.000.000	1	0,44	BTO	4.400
rietzanger	1.000.000	1	0,776	BTO	7.760
pestvogel	100.000	1	0,57	koperwiek	570
winterkoning	1.000.000	1	0,681	BTO	6.810
spreeuw	1.000.000	1	0,313	BTO	3.130
beflijster	100.000	1	0,58	BTO	580
merel	1.000.000	1	0,35	BTO	3.500
kramsvogel	1.000.000	1	0,59	BTO	5.900

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-mortaliteitsnorm
zanglijster	1.000.000	1	0,437	BTO	4.370
koperwiek	1.000.000	1	0,57	BTO	5.700
grote lijster	1.000.000	1	0,379	BTO	3.790
grauwe vliegen-vanger	1.000.000	1	0,507	BTO	5.070
roodborst	1.000.000	1	0,581	BTO	5.810
nachtegaal	1.000.000	1	0,537	BTO	5.370
blauwborst	1.000.000	1	0,537	nachtegaal	5.370
zwarte roodstaart	1.000.000	1	0,62	gekraagde roodstaart	6.200
gekraagde rood-staart	1.000.000	1	0,62	BTO	6.200
paapje	1.000.000	1	0,53	BTO	5.300
roodborsttapuit	1.000.000	1	0,54	Tapuit	5.400
tapuit	1.000.000	1	0,54	BTO	5.400
bonte vliegen-vanger	1.000.000	1	0,53	BTO	5.300
heggenmus	1.000.000	1	0,527	BTO	5.270
ringmus	1.000.000	1	0,567	BTO	5.670
gele kwikstaart	1.000.000	1	0,467	BTO	4.670
noordse kwik-staart	500.000	1	0,467	gele kwik-staart	2.335
grote gele kwik-staart	100.000	1	0,467	gele kwik-staart	467
witte kwikstaart	1.000.000	1	0,515	rouwkwik-staart	5.150
rouwkwikstaart	500.000	1	0,515	BTO	2.575
boompieper	1.000.000	1	0,58	BTO	5.800
graspieper	1.000.000	1	0,457	BTO	4.570
oeverpieper	100.000	1	0,457	graspieper	457
vink	1.000.000	1	0,411	BTO	4.110
keep	1.000.000	1	0,411	vink	4.110
groenling	1.000.000	1	0,557	BTO	5.570
putter	1.000.000	1	0,629	BTO	6.290
sijs	1.000.000	1	0,539	BTO	5.390
kneu	1.000.000	1	0,629	BTO	6.290
grote barmsijs	1.000.000	1	0,575	kleine barm-sijs	5.750
kruisbek	1.000.000	1	0,537	BTO	5.370
goudvink	1.000.000	1	0,581	BTO	5.810
appelvink	1.000.000	1	0,581	goudvink	5.810
sneeuwgors	100.000	1	0,37	BTO	370
ijsgors	1.000.000	1	0,37	sneeuwgors	3.700
rietgors	1.000.000	1	0,458	BTO	4.580

[1] Broncode voor populatiegrootte

1. BirdLife International 2004

2. BTO & SOVON 2014. Voor de grote Canadese gans is geen populatieschatting voor de flyway populatie van noordwest-Europa beschikbaar. Voor deze soort is de minimale grootte van de flyway populatie ingeschat door te werken met de broedpopulatie van Nederland en Engeland vermenigvuldigd met 2,5 (BTO BirdFacts http://www.bto.org/about-birds/birdfacts, Sovon Vogelonderzoek Nederland www.sovon.nl).
3. Poot *et al.* 2013
4. Rees & Beekman 2010
5. Wetlands International 2014. NB: Van de kanoet en de steenloper trekken twee flyway-populaties over/langs de Zuidelijke Noordzee. Voor beide soorten is bij wijze van *worst case* scenario slechts één van de twee populaties (de kleinste) in de effectbeoordeling opgenomen.
6. BirdLife International 2014. De grauwe pijlstormvogel broedt niet in Europa. Een minimale inschatting van de flyway populatie op basis van informatie uit BirdLife International (2004) is voor deze soort dan ook niet mogelijk. Voor deze soort is bij wijze van *worst case* scenario een populatie van 1.000.000 individuen aangenomen. De broedpopulatie van deze soort (zuidelijk halfrond) is vele malen groter (miljoenen broedparen http://www.birdlife.org/datazone/species/factsheet/22698209) en de vogels verspreiden zich buiten het broedseizoen over alle wereldzeeën.

[2] Broncode voor adult sterfte

De soortspecifieke jaarlijkse natuurlijke sterfte (%) is afgeleid van de BTO BirdFacts (http://www.bto.org/about-birds/birdfacts). Echter voor sommige soorten is de jaarlijkse natuurlijke sterfte onbekend. Voor deze soorten is gezocht naar ecologisch nauw verwante soorten waarvan deze gegevens wel bekend zijn (bv. kuifduiker is onbekend, roodhalsfuut is wel bekend).

2.6 Beoordeling sterfte van stap 3c soorten (binding met het plangebied)

De overige 12 van de 137 soorten passeren het plangebied niet alleen op seizoenstrek, maar kunnen (in een bepaalde periode van het jaar) ook in (de omgeving van) het plangebied foerageren of rusten. Voor deze soorten is hieronder het mogelijke effect van de voorzienbare sterfte op de GSI nader onderbouwd (tabel 2.5)

Wanneer de additionele sterfte getoetst wordt aan de grootte van de voor Nederland relevante populatie in de Nederlandse EEZ, is de maximale sterfte van jan-van-gent, kleine mantelmeeuw en grote mantelmeeuw hoger dan de 1%-mortaliteitsnorm (Tabel 2.5). De voorspelde sterfte van stormmeeuw en zilvermeeuw ligt net onder de 1%-mortaliteitsnorm, echter de populatieschatting voor beide soorten is aan de lage kant (zie Poot *et al*. 2013) en daarmee dus ook de bijbehorende 1%-mortaliteitsnorm. Voor de overige soorten is de voorspelde sterfte veel lager dan de 1%-mortaliteitsnorm en kan een effect op de GSI op voorhand met zekerheid uitgesloten worden.

Een effect op de GSI kan voor noordse stormvogel, drieteenmeeuw, dwergmeeuw, grote stern, visdief, zeekoet en alk op voorhand met zekerheid uitgesloten worden. Voor de jan-van-gent, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw is nader onderzocht of de voorspelde additionele sterfte effect heeft op de GSI van de betreffende populaties.

Tabel 2.5 Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van soorten in stap 3c voor windenergiegebied Borssele aan de GSI is getoetst. Het voorspelde aantal aanvaringsslachtoffers en slachtoffers als gevolg van habitatverlies komt uit Hoofdstuk 4 van het achtergronddocument bij het MER (Bijlage 2). In rood wordt weergegeven wanneer een overschrijding van de 1%-mortaliteitsnorm optreedt.

soort	populatie-grootte[1]	1%-mortaliteitsnorm	voorspeld # slachtoffers aanvaringen	voorspeld # slachtoffers habitatverlies	sterfte als % van jaarlijkse natuurlijke sterfte
noordse stormvogel	99.158	28	0	2	0,1
jan-van-gent	27.213	22	19	5	1,1
drieteenmeeuw	137.200	81	28	8	0,4
dwergmeeuw	22.577	23	3	1	0,2
stormmeeuw	30.399	43	19	3	0,5

kleine mantel-meeuw	108.626	95	127	9	1,4
zilvermeeuw	160.000[2]	192	15	1	0,6
grote mantelmeeuw	34.944	30	38	2	1,3
visdief	4.990	5	0	0	0,0
grote stern	39.270	40	1	1	0,0
zeekoet	917.063	495	0	1	0,0
alk	76.926	77	0	1	0,0

1 Poot *et al*. 2013, schatting van de populatie in de volledige Nederlandse EEZ
2 SOVON 2015

Binnen het toetsingskader (zie H1 van het MER) is afgesproken dat indien het 1%-ORNIS criterium wordt overschreden er gekeken wordt naar de *Potential Biological Removal (PBR)* van de betreffende populatie om de effecten nader te onderzoeken.

Beschouwing in het kader van Potential Biological Removal
Een methode waarmee een inschatting gemaakt kan worden van de door mensen veroorzaakte sterfte die door een populatie gedragen kan worden, is de *Potential Biological Removal (PBR)*. Deze methode is door Wade (1998) ontwikkeld en toegepast voor populaties van zeezoogdieren (*Cetaceans* en *Pinnipeds*) en is later overgenomen voor vogelpopulaties (Milner-Gulland & Akçakaya 2001; Dillingham & Fletcher 2008; Richard & Abraham 2013). De methode is inmiddels ook al verschillende malen gebruikt om een inschatting te maken van het potentiële effect op vogelpopulaties van additionele sterfte als gevolg van aanvaringen met windturbines (Watts 2010; Poot *et al*. 2011; Sugimoto & Matsuda 2011; Bellebaum *et al*. 2013). De PBR wordt berekend volgens de formule (Wade 1998):

$$PBR = 0{,}5 * R_{max} * N_{min} * rf \qquad (1)$$

Waarin R_{max} de maximale jaarlijkse reproductie (aantal jongen per paar per jaar) representeert, N_{min} een conservatieve schatting van de populatiegrootte en *rf* een *recovery factor* tussen 0,1 en 1,0 (Wade 1998; Dillingham & Fletcher 2008). R_{max} en de maximale jaarlijkse groeisnelheid van de populatie (λ_{max}) zijn gerelateerd volgens:

$$R_{max} = \lambda_{max} - 1 \qquad (2)$$

Wanneer voldoende demografische informatie voorhanden is kan λ_{max} geschat worden met behulp van matrixmodellen. Wanneer weinig demografische informatie beschikbaar is kan een schatting van λ_{max} gemaakt worden met behulp van de *demographic invariant method* (DIM), ontwikkeld door Niel & Lebreton (2005). Hiervoor is alleen de overleving van volwassen vogels (s) en de leeftijd waarop de vogels voor het eerst broeden (α) nodig. Een schatting van λ_{max} kan dan verkregen worden door de volgende formule in te vullen:

$$\lambda_{max} \approx \frac{(s\alpha - s + \alpha + 1) + \sqrt{((s - s\alpha - \alpha - 1)^2 - 4s\alpha^2)}}{2\alpha} \qquad (3)$$

Voor de populaties van de jan-van-gent, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw in de Nederlandse EEZ is de groeisnelheid (λ_{max}) ingeschat middels de hiervoor beschreven methode (Niel & Lebreton 2005). De worst case schatting van de PBR wordt verkregen door een hoge sterfte van volwassen vogels (s) en ook een hoge leeftijd waarop vogels voor het eerst broeden (α) aan te nemen.

Wade (1998) suggereerde om voor N_{min} de ondergrens van een 60% betrouwbaarheidsinterval te hanteren. Voor vogels zijn echter zelden populatieschattingen beschikbaar, waarvan tevens de variatie bekend is (Watts 2010). In dit geval hebben we dan ook de ondergrens van de beschikbare populatieschattingen gehanteerd (tabel 2.7) en niet het gemiddelde zoals in tabel 2.2 weergegeven.

De *management factor rf* wordt gebruikt om onderscheid te kunnen maken in de 'hersteltijd' voor populaties die onder druk staan (van bedreigde soorten) en voor populaties die stabiel zijn, of die een sterke groei kennen (van niet bedreigde soorten). Voor bedreigde soorten en/of voor populaties die (sterk) afnemen wordt over het algemeen *rf* = 0,1 gehanteerd, zodat met zekerheid een conservatieve PBR wordt berekend (Wade 1998). Voor niet bedreigde soorten met stabiele of zelfs groeiende populaties wordt over het algemeen *rf* = 0,5 gebruikt (bv. Wade 1998; Poot *et al.* 2010). Alleen wanneer zeker is dat geen fouten zijn gemaakt in R_{max} of N_{min} en wanneer de populatie zonder twijfel stabiel is of groeit, kan ervoor gekozen worden om *rf* = 1,0 toe te passen. In dit geval is voor de jan-van-gent, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw en grote mantelmeeuw *rf* = 0,5 toegepast en voor de zilvermeeuw uit voorzorg *rf* = 0,1. De populaties van de jan-van-gent, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw en grote mantelmeeuw laten geen duidelijk dalende trend zien. Voor de zilvermeeuw is dit wel het geval en daarom is uit voorzorg rf = 0.1 gehanteerd, ook al is de IUCN *world status* van de soort *least concern*.

*Tabel 2.7 Berekening van de PBR voor jan-van-gent, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw in de Nederlandse EEZ. s = overleving van volwassen vogels, α = leeftijd waarop voor het eerst wordt gebroed, R_{max} = maximale jaarlijkse reproductie (berekend volgens vergelijking 3), λ_{max} = maximale jaarlijkse groeisnelheid, N_{min} = een conservatieve schatting van de populatiegrootte in de Nederlandse EEZ, rf = keuze voor management factor, PBR = Potential Biological Removal berekend op basis van gepresenteerde parameterwaarden. * = voorspelde sterfte voor alternatief 1 (tabel VI.2). JVG = jan-van-gent, SRM = stormmeeuw, KLM = kleine mantelmeeuw, ZVM = zilvermeeuw, GRM = grote mantelmeeuw. Zie tabel 2.3 voor de bronnen gebruikt voor s en α.*

soort	s	α	λ_{max}	R_{max}	N_{min}	*rf*	PBR	sterfte*
JVG	0,919	5	1,10	0,10	23.970	0,5	527	24
SRM	0,860	3	1,17	0,17	29.950	0,5	1.305	22
KLM	0,913	4	1,12	0,12	108.626	0,5	2.802	136
ZVM	0,880	4	1,13	0,13	160.000	0,1	720	16
GRM	0,930	4	1,11	0,11	30.030	0,5	813	40

Voor alle vijf de soorten geldt dat de voorspelde sterfte lager ligt dan de berekende PBR voor de populatie in de Nederlandse EEZ. Daarbij moet wel rekening gehouden worden met het feit dat niet alleen de in windenergiegebied Borssele optredende additionele sterfte vergeleken moet worden met de PBR, maar alle door mensen veroorzaakte additionele sterfte van vogels uit de betreffende populaties, dus ook (niet-natuurlijke) sterfte die elders in de flyway optreedt, zoals bijvoorbeeld in andere offshore windparken.

2.7 Conclusie

Voor de **stormmeeuw** en de **zilvermeeuw** is de voorspelde additionele sterfte net kleiner dan de 1%-mortaliteitsnorm van de populatie in de Nederlandse EEZ. De voorspelde sterfte ligt daarnaast ook onder de PBR en de populaties van beide soorten zouden dus een dergelijke additionele sterfte moeten kunnen dragen.

Voor de **jan-van-gent, kleine mantelmeeuw** en **grote mantelmeeuw** bedraagt de voorspelde sterfte ten gevolge van een windpark in windenergiegebied Borssele maximaal 1,4% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie in de Nederlandse EEZ. De voorspelde sterfte ligt echter onder de PBR en de populaties van deze soorten zouden dus een dergelijke additionele sterfte moeten kunnen dragen.

Op basis hiervan kan voor jan-van-gent, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw met zekerheid uitgesloten worden dat realisatie van een windpark in Kavel III in windenergiegebied Borssele zal leiden tot effecten op de GSI van de betrokken populaties.

3 Vleermuizen

Uit het MER (zie paragraaf 6.5.7) blijkt dat de voorzienbare sterfte in een windpark in een kavel in windenergiegebied Borssele voor de ruige dwergvleermuis 91 slachtoffers per jaar bedraagt (alternatief 1). Voor de rosse vleermuis bedraagt dit 2 slachtoffers per jaar (alternatief 1), en jaarlijks 1 tweekleurige vleermuis. Er zullen geen gewone dwergvleermuizen jaarlijks als slachtoffer vallen. Deze slachtofferaantallen zijn bepaald zonder dat mitigerende maatregelen zijn meegenomen in de berekeningen. Effecten op populatieniveau zijn op grond van kennis uit windparken op land uit te sluiten.

4 Zeezoogdieren

4.1 Inleiding

Tijdens de constructie van kavel III van het windpark Borssele treedt verstoring van gewone zeehonden, grijze zeehonden en bruinvissen op.

Verstoring
Uit de in het MER (hoofdstuk 7) opgenomen resultaten van berekeningen blijkt dat de verstoring, veroorzaakt door het heien ten behoeve van de constructie van de fundaties, met name bij bruinvissen via een verminderde kans op reproductie tot effecten op de populatie kan leiden. Vrijstelling op basis van artikel 7 van de Wet windenergie op zee kan alleen worden verleend als geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de soorten.

Mitigerende maatregelen
In paragraaf 4.3 worden mogelijke mitigerende maatregelen behandeld, en wordt ingegaan op de gevolgen van het toepassen van deze maatregelen.

4.2 Bruinvissen

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de GSI van de bruinvispopulatie op het NCP, is de door de overheid vastgestelde maximaal toelaatbare jaarlijkse populatieafname van **255** dieren als criterium gebruikt. Wanneer de voorspelde jaarlijkse afname onder deze norm blijft, kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel III van windpark Borssele is opgenomen in tabel 4.1. Hieruit blijkt dat de GSI van de bruinvispopulatie alleen niet in het geding is als het windpark volgens alternatief 1 in zijn geheel op een ondiepe locatie kan worden aangelegd en als dat in de periode juni – december gebeurt, wanneer de bruinvisdichtheid relatief laag is. Effecten op de GSI zijn niet uit te sluiten als wordt uitgegaan van aanleg van alternatief 1 in het voorjaar of als het park volgens alternatief 2 wordt aangelegd.

De conclusie is dat in laatst genoemde gevallen constructie alleen mogelijk is als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af.

Tabel 4.1 Toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel III van windpark Borssele in verschillende seizoenen. Groen: gunstige staat van instandhouding niet in het geding; Rood: effecten op de gunstige staat van instandhouding niet uit te sluiten.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	max	min	max	min	max	min
alternatief 1	1.050	506	433	209	356	172
alternatief 2	1.575	773	649	319	534	262

4.3 Mitigerende maatregelen

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen (het aantal dieren dat verstoord wordt x het aantal dagen dat verstoring optreedt) maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures en een lagere hei-energie. Door deze maatregelen zwemmen dieren naar een voldoende afstand van de heilocatie voordat het heien op vol vermogen plaatsvindt, zodat geen permanente gehoorschade optreedt.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:
1. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of
2. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
3. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken.

Het oppervlak verstoord gebied beperken
Dit oppervlak kan op de volgende wijze worden beperkt:
- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten (zoals Borssele) voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen; dit kan tot een factor 3 in oppervlakte verstoord gebied verschillen (zie tabel 4.1 en tabel 4.2);
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;
- De propagatie van geluid te beperken door het toepassen van bellenschermen e.d..

Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is
De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met als gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Beperking van het aantal impulsdagen
Uit de analyses blijkt dat een (ongeveer) drievoudige toename van het aantal te heien funderingen van alternatief 2 t.o.v. alternatief 1 en daarmee het aantal impulsdagen sterker doorwerkt dan een drievoudige afname van de hei-energie. Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarvoor een hogere hei-energie nodig is, pakt dus gunstiger uit dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid. Het halen van een relatief lage geluidsnorm van 160 dB zal echter bij het gebruik van hoge hei-energieën waarschijnlijk niet eenvoudig zijn. Uit, door TNO uitgevoerde berekeningen blijkt echter dat ook bij het hanteren van een hogere geluidsnorm (dan 160 dB) effecten op de bruinvispopulatie waarschijnlijk aanvaardbaar zijn (Heinis & de Jong, 2015.).

Het toepassen van een gedifferentieerde geluidsnormering
Verschillende overwegingen zijn door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines per kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen windenergie Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per jaar per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Borssele vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met gede-

tailleerde locatiespecifieke verschillen tussen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Voor de andere windenergiegebieden waar de routekaart zal worden gerealiseerd zal opnieuw de geluidsnorm worden vastgesteld, met de randvoorwaarde dat ook daar de acceptabele grens van 255 dieren per windpark niet overschreden mag worden. Verder zijn de normen zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode[4]. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel 4.2 Normstelling voor windparken in gebied Borssele, met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Borssele I – IV	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)*		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
95 (hier onderzocht)	159	165	166
76	160	166	167
63	162	167	169
54	163	169	170
48	163	169	171
42	164	170	172
38 (hier onderzocht)	165	171	172

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel 4.3 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie tabel 4.2). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van Kavel III, omdat het om de paalpositie met de in het kavel aanwezige maximale waterdiepte gaat (ca. 32 meter). In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel III niet groter zal worden dan 184 dieren (constructie van alternatief 2 in de periode juni – augustus). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park zal door de aanleg van kavel III van windpark Borssele voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

Tabel 4.3 Effecten van heien voor aanleggen van kavel III van het Borssele windpark (alternatief 1: 38 funderingen, alternatief 2: 95 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (38 turbines)			**alternatief 2 (95 turbines)**		
	norm (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)	**bvvd**	**pop. reductie**	**norm (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)**	**bvvd**	**pop. reductie**
jan – mei	165	16.188	179	n.v.t. *	0	0
jun - aug	171	15.359	170	165	16.720	184
sep – dec	172	14.402	159	166	15.865	175

[4] Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255 dieren te voorkomen (zie § 2.3). Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,6 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,2 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel III (32 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 176 – 177 dB re 1 μPa^2s. Deze waarde ligt nog 4 tot 5 dB boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 172 dB re 1 μPa^2s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustisc Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

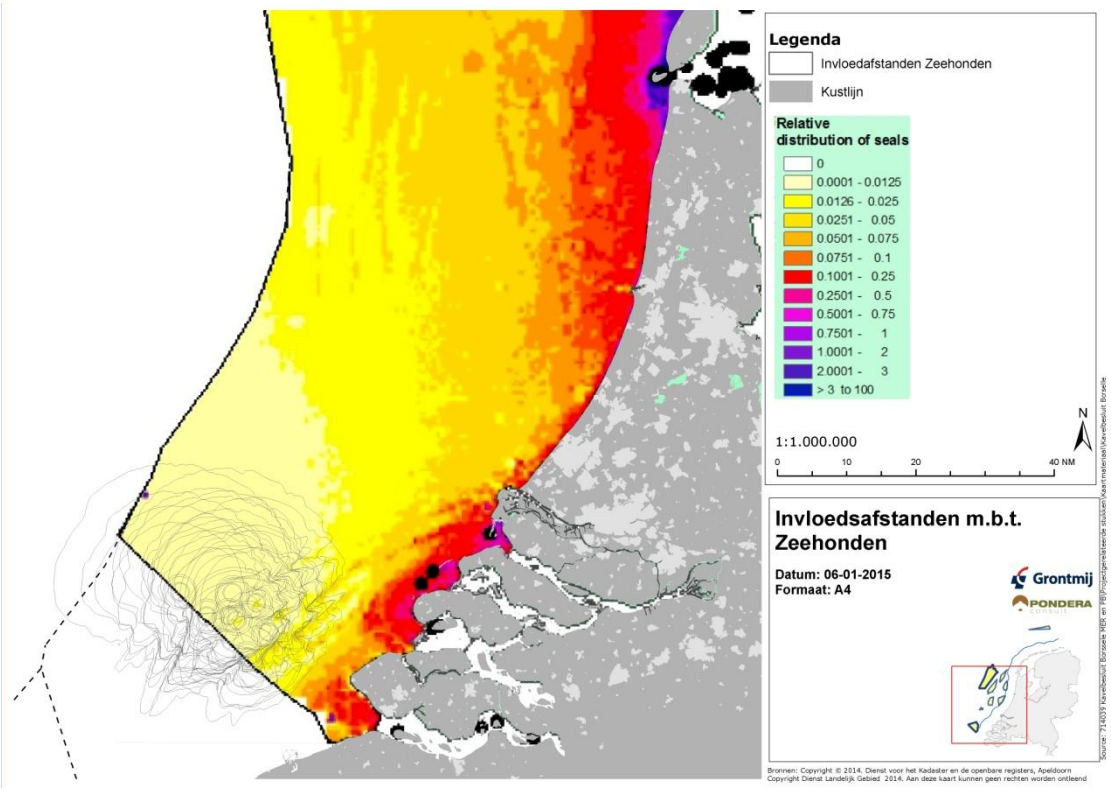
4.4 Zeehonden

Voor zeehonden kunnen populatie-effecten worden uitgesloten, omdat:

- Het tijdelijke effecten betreft (35 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1 en 117 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 2);
- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is (zie tabel 4.5);
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie figuur 4.1), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust minimaal ca. 10 km bedraagt, wat betekent dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

Tabel 4.5 Effecten van heien voor de aanleg van een windpark in kavel II op het gedrag van gewone zeehonden. Weergegeven is het voor twee onderzochte windcondities en locaties (positie 7 en 8) gemiddelde aantal zeehonden die zich bij aanvang van de hei-activiteiten binnen de geluidscontour kunnen bevinden waar de grenswaarde voor mijding wordt overschreden. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 8.000 dieren. (zie hoofdstuk 7 in het MER voor een toelichting op de gehanteerde windsnelheden, locaties en bereke-ningswijze van de dierverstoringsdagen)

	Alternatief 1		Alternatief 2	
	hei-energie 3.000 kJ		hei-energie 1.000 kJ	
	positie 7	positie 8	positie 7	positie 8
Zeehonden binnen contour (n)	2,4	2,1	0,6	0,5
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,03	0,03	0,01	0,01
Dierverstoringsdagen (n)	90	80	55	47
Totaal aantal zeehonden verstoord	2 – 85		1 – 51	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,03 – 1,06		0,01 – 0,64	



Figuur 4.1 Verstoringscontouren (grijze lijnen) voor de zeehond in relatie tot de gemodelleerde relatieve dichtheden van de gewone zeehond door Brasseur et al. (2012) bij heien van funderingen voor offshore windpark Borssele.

Voor beide beschouwde alternatieven is de gunstige staat van instandhouding (GSI) voor de gewone zeehond niet in het geding. Voor de grijze zeehond zijn alle berekende verstorings-waarden lager dan voor de gewone zeehond (zie hoofdstuk 7 MER voor nadere toelichting); ook voor de grijze zeehond komt de GSI dan ook niet in het geding.

4.5 Conclusie t.a.v. zeezoogdieren

Voor wat betreft de effecten op de bruinvispopulatie kan de GSI in het geding komen, indien geen mitigerende maatregelen worden toegepast. Uit de analyse blijkt dat door toepassing van een maximale toelaatbare geluidsbelasting op een gegeven afstand, de GSI voor bruinvissen in alle gevallen zeker niet in het geding komt.

Ten aanzien van de gewone en de grijze zeehond kan worden gesteld dat de GSI zeker niet in het geding komt, ook zonder maatregelen. De maatregel van het toepassen van een maximale toelaatbare geluidsbelasting op een gegeven afstand, leidt door het afnemen van de omvang van de geluidscontour, ook bij zeehonden tot een afname van het aantal verstoorde dieren.

5 Vissen

5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Huidige situatie
In de Noordzee zijn ruim 250 vissoorten waargenomen die potentieel deel uitmaken van de Noordzee visgemeenschap, exclusief obligate zoetwatersoorten die incidenteel in estuaria aangetroffen worden (Daan, 2005). Een belangrijk deel van de vissen (circa 90 soorten) van deze vissen is beschermd in het kader van de Ffwet (zie onderstaande tabel).

Met het voorkomen op het NCP (zie zesde kolom in onderstaande tabel) wordt de rol die het NCP voor een vissoort speelt aangeduid. Hierbij wordt in principe het voorkomen aangegeven zoals die oorspronkelijk was, maar voor veel soorten is dit niet bekend en is het voorkomen gedurende de afgelopen decennia aangegeven:

- V: vagrant/dwaalgast/sporadisch (het NCP valt buiten het normale verspreidingsgebied, zelden aangetroffen);
- M: regular migrant (in het NCP aanwezig tijdens bepaalde seizoenen/stadia, voor groei en/of overwintering);
- MS: migrant spawner (in het NCP aanwezig tijdens het paaiseizoen);
- S: resident spawners (jaarrond aanwezig in het NCP en aldaar ook paaiend);
- R: regular visitor (geregeld voorkomend op het NCP);
- U: uncommon (onregelmatig voorkomend, c.q. in bepaalde jaren)
- -: no observations.

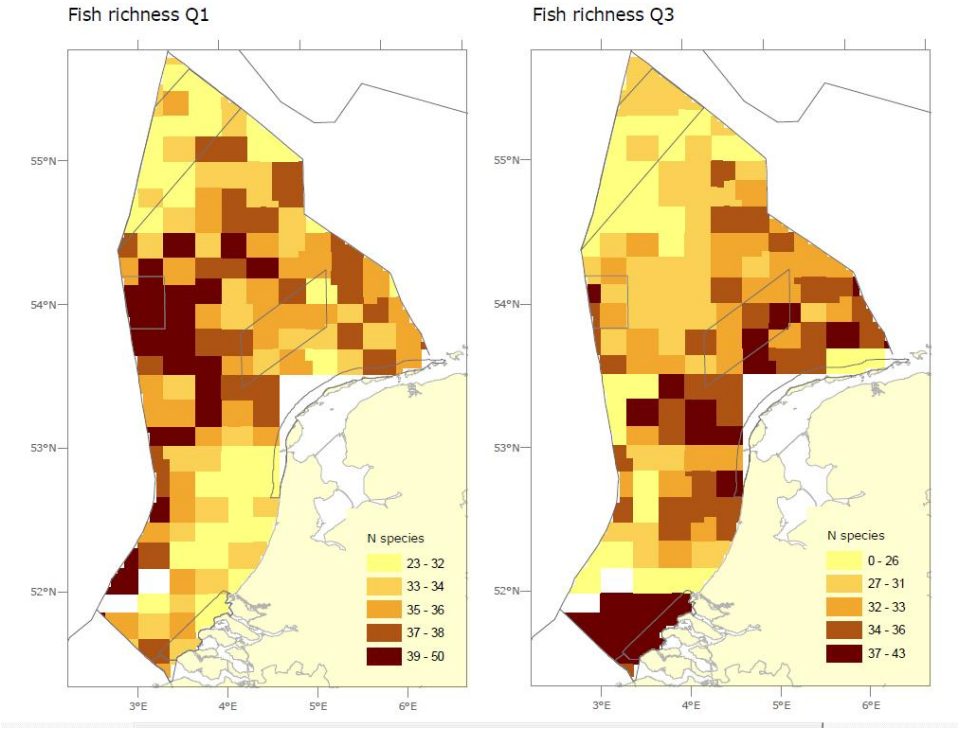
Tabel 5.1 Bescherming zoutwatervissen (Keeken, O.A. van et al, 2010)

Nederlandse naam	Latijnse naam	F&F	Rode lijst	Aanwezigheid	Voorkomen NCP	Trend
Adderzeenaald	Entelurus aequoreus	2	bedreigd	zeldzaam	S	onbekend
Atlantische steur	Acipenser sturio	3_IV	OSPAR	verdwenen	M	onbekend
Baillon's lipvis	Crenilabrus bailloui	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Blauwe haai	Prionace glauca	2	IUCN	niet op NCP	-	
Blauwkeeltje	Helicolenus dactylopterus	2		niet op NCP	-	
Blonde rog	Raja brachyura	2		minder algemeen	R	gelijk
Bokvis	Boops boops	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Botervis	Pholis gunnellus	2	kwetsbaar	minder algemeen	S	gelijk
Braam	Brama brama	2		zeldzaam	V	onbekend
Brakwatergrondel	Pomatoschistus microps	2		minder algemeen	S	onbekend
Dikkopje	Pomatoschistus minutus	2		zeer algemeen	S	onbekend
Dikrugtong	Microchirus variegatus	2		niet op NCP	-	
Driedradige meun	Gaidropsarus vulgaris	2	kwetsbaar	zeldzaam	V	onbekend
Dwergbolk	Trisopterus minutus	2		algemeen	S	gelijk
Dwergbot	Phrynorhombus norvegicus	2		zeldzaam	U	onbekend
Evervis	Capros aper	2		zeldzaam	V	onbekend
Franse tong	Solea lascaris	2		zeldzaam	V	onbekend
Gaffelmakreel	Trachinotus ovatus	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Gehoomde slijmvis	Parablennius gattorugine	2		zeldzaam	V	onbekend
Gemarmerde sidderrog	Torpedo marmorata	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Gestreepte bokvis	Sarpa salpa	2		niet op NCP	-	
Gestreepte lipvis	Labrus bimaculatus	2		niet op NCP	-	
Gestreepte poon	Trigloporus lastoviza	2		zeldzaam	V	onbekend
Gevlekte gladde haai	Mustelus asterias	2	gevoelig	minder algemeen	R	toenemend
Gevlekte griet	Zeugopterus punctatus	2	gevoelig	zeldzaam	V	onbekend
Gevlekte lipvis	Labrus bergylta	2		zeldzaam	S	onbekend
Gevlekte pitvis	Callionymus maculatus	2		niet op NCP	-	
Glasgrondel	Aphia minuta	2	ernstig bedreigd	zeer algemeen	S	onbekend
Golfrog	Raja undulata	2		zeldzaam	V	onbekend

Nederlandse naam	Latijnse naam	F&F	Rode lijst	Aanwezigheid	Voorkomen NCP	Trend
Goudharder	Liza aurata	2		zeldzaam	V	onbekend
Groene zeedonderpad	Taurulus bubalis	2		zeldzaam	S	gelijk
Groenlandse haai	Somniosus microcephalus	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Grote koornaarvis	Atherina presbyter	2	bedreigd	minder algemeen	S	onbekend
Grote zeenaald	Syngnathus acus	2		minder algemeen	S	onbekend
Harnasmannetje	Agonus cataphractus	2		algemeen	S	gelijk
Hondshaai	Scyliorhinus canicula	2		minder algemeen	S	toenemend
Houting	Coregonus oxyrinchus	3_IV	OSPAR	zeer zeldzaam	U	onbekend
IJslandse bandvis	Lumpenus lampretaeformis	2		zeldzaam	V	afnemend
Kathaai	Scyliorhinus stellaris	2		zeldzaam	V	onbekend
Kleine pieterman	Echiichthys vipera	2		zeer algemeen	S	toenemend
Kleine roodbaars	Sebastes viviparus	2		niet op NCP	-	
Kleine slakdolf	Liparis montagui	2	gevoelig	zeldzaam	V	onbekend
Kleine wormzeenaald	Nerophis lumbriciformis	2		zeldzaam	V	onbekend
Kleine zeenaald	Syngnathus rostellatus	2		algemeen	S	onbekend
Kleine zilversmelt	Argentina sphyraena	2		niet op NCP		
Kleinoogrog	Raja microocellata	2	IUCN	zeer zeldzaam	V	onbekend
Kleurige grondel	Pomatoschistus pictus	2		minder algemeen	S	onbekend
Kliplipvis	Ctenolabrus rupestris	2		niet op NCP	-	
Koekoeksrog	Raja naevus	2		zeldzaam	V	gelijk
Kristalgrondel	Crystallogobius linearis	2		algemeen	S	onbekend
Lichtend sprotje	Maurolicus muelleri	2		zeldzaam	V	onbekend
Lozano's grondel	Pomatoschistus lozanoi	2		algemeen	S	onbekend
Maanvis	Mola mola	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Makreelgeep	Scomberesox saurus	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Murray's zeedonderpad	Triglops murrayi	2		niet op NCP	-	
Noorse grondel	Pomatoschistus norvegicus	2		niet op NCP	-	
Noorse meun	Ciliata septentrionalis	2		zeldzaam	V	onbekend
Ombervis	Argyrosomus regius	2		zeldzaam	V	onbekend

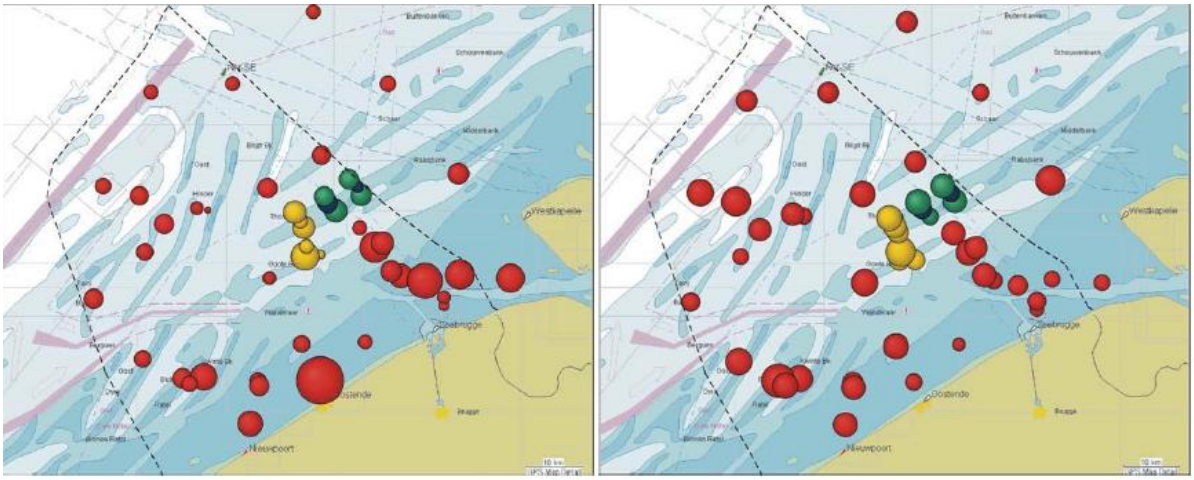
Nederlandse naam	Latijnse naam	F&F	Rode lijst	Aanwezigheid	Voorkomen NCP	Trend
Paganelgrondel	Gobius paganellus	2		zeldzaam	U	onbekend
Parelvis	Echiodon drummondi	2		niet op NCP	-	
Pitvis	Callionymus lyra	2		algemeen	S	gelijk
Rasterpitvis	Callionymus reticulatus	2		minder algemeen	S	onbekend
Reuzenhaai	Cetorhinus maximus	2	IUCN, OSPAR, CITES	zeldzaam	R	onbekend
Rivierprik	Lampetra fluviatilis	2	IUCN	zeldzaam	M	onbekend
Rode zeebrasem	Pagellus bogaraveo	2		zeldzaam	V	onbekend
Schorpioengrondel	Lebetus scorpioides	2		niet op NCP	-	
Schurftvis	Amoglossus laterna	2		zeer algemeen	S	toenemend
Sidderrog	Torpedo nobiliana	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Slakdolf	Liparis liparis	2		minder algemeen	S	toenemend
Slijmprik	Myxine glutinosa	2		niet op NCP	-	
Slijmvis	Lipophrys pholis	2		zeldzaam	S	onbekend
Snipvis	Macroramphosus solopax	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Spaanse makreel	Scomber japonicus	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Spaanse zeebrasem	Pagellus acarne	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Sterrog	Raja radiata	2		minder algemeen	R	afnemend
Trekkervis	Balistes carolinensis	2		zeldzaam	V	onbekend
Trompetterzeenaald	Syngnathus typhle	2	verdwenen	zeer zeldzaam	S	onbekend
Vierdradige meun	Rhinonemus cimbrius	2		minder algemeen	S	toenemend
Vorskwab	Raniceps raninus	2	gevoelig	zeldzaam	U	onbekend
Zee-engel	Squatina squatina	2	IUCN, OSPAR	verdwenen	S	gelijk
Zeepaardje	Hippocampus ramulosus	2	OSPAR, verdwenen uit wild	zeer zeldzaam	U	onbekend
Zeestekelbaars	Spinachia spinachia	2	ernstig bedreigd	zeer zeldzaam	S	onbekend
Zuignapvis	Diplecogaster bimaculata	2		niet op NCP	-	
Zwaardvis	Xiphias gladius	2		zeer zeldzaam	V	gelijk
Zwarte grondel	Gobius niger	2	gevoelig	minder algemeen	S	toenemend
Zwarte haai	Dalatias licha	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Zwarte vis	Centrolophus niger	2		zeldzaam	V	onbekend
Zwartooglipvis	Symphodus melops	2		zeer zeldzaam	V	onbekend

De diversiteit van de aanwezige vissoorten op het NCP is heterogeen verdeeld in ruimte en tijd (onderstaande figuur). Hoewel de statistische onderbouwing van de diversiteitsberekeningen zwak is (Lindeboom et al., 2005), is bekend dat de laagste diversiteit wordt aangetroffen in de centrale Noordzee, terwijl een hoge diversiteit in de ondiepere zuidoostelijke Noordzee en langs de oostkust van Engeland en Schotland aanwezig is. In de zuidoostelijke Noordzee ter hoogte van het plangebied is de diversiteit in bepaalde perioden relatief hoog. Echte habitats kunnen niet worden onderscheiden (Lindeboom et al., 2005).



Figuur 5.1 Gemiddeld aantal soorten vissen in het eerste en derde kwartaal (Bos et al, 2011)

Vissen kunnen onderverdeeld worden in residente soorten (in zee dan wel overgangswateren) en trekvissen. Voor de residente soorten in de Noordzee omvat het plangebied een relatief klein deel van hun totale verspreidingsgebied. Trekvissen zoals de rivierprik en de houting brengen slechts een deel van hun levenscyclus door in open zee, de brakke getijdenwateren en/of de zoete binnenwateren. Ze paaien bijvoorbeeld in het zoete binnenwater en leven als volwassene in de open zee. De kustzone is daarbij slechts te beschouwen als doortrekgebied. Er is weinig bekend over trekvissen en de routes die zij afleggen. Veel aanwezige soorten zijn voor een deel van hun levenscyclus afhankelijk van meer dan één zone op het NCP. Zo zijn er vissoorten die paaien in de open zee, hun eieren en larven vervolgens met de zeestromen laten meevoeren richting de kust, waar ze in de ondiepe kustzone of in de overgangswateren opgroeien. De kustzone van de Noordzee, de deltawateren en de Waddenzee staan bekend om hun rol als opgroeigebied voor vissen. De diepere delen van de Noordzee en het Kanaal functioneren als paaigronden voor diverse vissoorten



Figuur 5.2 Ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde dichtheid (links) en de gemiddelde soortenrijkdom (rechts) in 2005 voor de demersale visfauna in het Belgische deel van de Noordzee. De grootte van de bollen varieert tussen 4 en 184 ind/1.000 m² voor de dichtheid en tussen de 9 en 24 soorten per vissleep voor de soortenrijkdom. (De Maersschalck et al., 2006).

In de diepere delen van de Noordzee bevinden zich gebieden die als paaigebied dienen voor verschillende vissoorten (ter Hofstede et al., 2005). Belangrijke paaigebieden liggen onder andere in het midden van de zuidelijke Noordzee, in de Duitse Bocht en rond de Doggersbank. De meeste vissen produceren pelagische (zwevende) eieren, waardoor er geen relatie is met de onderliggende bodem. Veel vissoorten kennen geen specifieke paailocaties maar paaien over een zeer groot gebied. In de Noordzee zetten slechts enkele vissoorten (waaronder harsmannetje) hun eieren af op het substraat. Soorten die zich min of meer als lokale dieren gedragen (die zich gedurende hun leven weinig verplaatsen en dus een kleine home range hebben), zoals grondels, zullen zich ook ter plaatse moeten voortplanten.

Autonome ontwikkelingen
Door o.a. overbevissing en vervuiling staan veel zeldzame en beschermde soorten onder druk. In de Noordzee is sinds 1900 sprake van een achteruitgang in dichtheden en biomassa van volwassen vissen. Naast klimaatverandering zijn directe menselijke invloeden, zoals bijvoorbeeld visserij, scheepvaart, eutrofiëring e.d. belangrijke factoren die de ontwikkeling van visbestanden in de Noordzee bepalen. Een recente studie laat zien dat in de periode 1980-2008 de temperatuur van het zeewater in het noordoostelijk deel van de Atlantische oceaan met 1,7 graden Celsius is toegenomen. Van de meest algemeen voorkomende vissoorten profiteert 72% daarvan en is toegenomen in aantal, de andere soorten zijn juist afgenomen in aantallen (Simpson et al., 2011).
In de periode 1977-2004 zijn er voor veel vissoorten aanzienlijke toenames waargenomen. Door andere auteurs genoemde trends zijn een sterk teruglopende productie van nieuwe jaarklassen (aantal vissen van een bepaalde leeftijd) (Dickey-Collas, 2007 in Grontmij, 2011) en een sterke toename van zeenaalden (Harris et al, 2006 in Grontmij, 2011). Daan (2005) analyseerde met behulp van data van de International Bottom Trawl Surveys over de periode 1970-2002 het aantal waargenomen vissoorten en het gemiddelde aantal vissoorten per trek. Hij concludeerde dat het aantal waargenomen soorten in deze periode toe is genomen met 36% en het gemiddelde aantal soorten per trek met 25%. Deze toename wordt door diverse auteurs gerelateerd aan een stijgende zeewatertemperatuur als gevolg van klimaatverandering (bv. Hiddink & Ter Hofstede in Teal 2011). Door verder toenemende temperaturen kan voortzetting van de voorbeschreven ontwikkelingen worden verwacht.

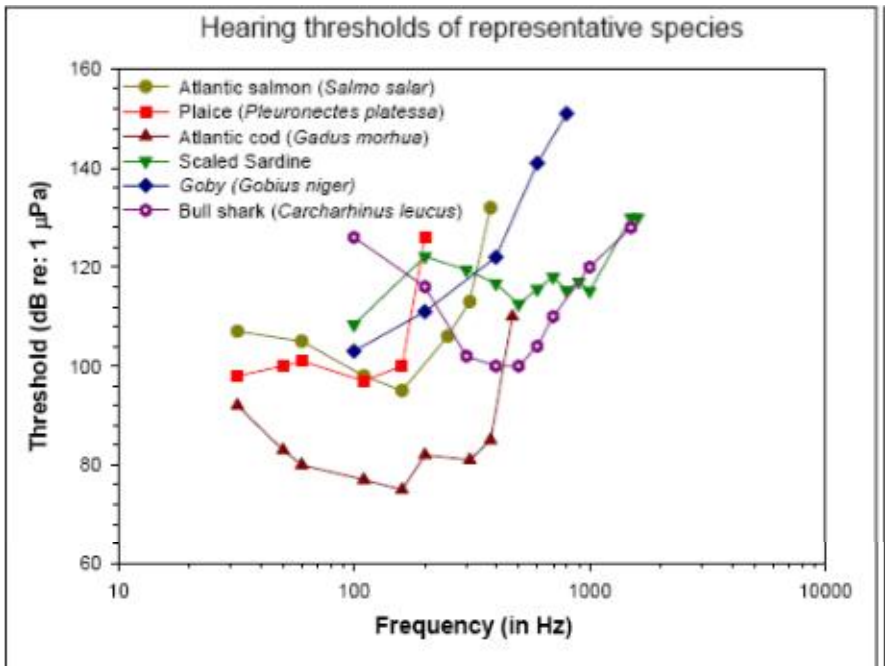
5.2 Effectbeschrijving

Ruimtebeslag in aanleg- en gebruiksfase
Door het aanbrengen van de funderingen treedt ruimtebeslag op ten koste van leefgebied van bodemvissen van zacht substraat. De grootste effecten treden in dit kader op bij het gebruik van funderingen met erosiebescherming van stortsteen. De effecten ruimtebeslag door het ingraven van de kabel zijn tijdelijk en daarmee de gevolgen voor de vissen veel kleiner. De effecten van het ruimtebeslag zijn maximaal bij een 10 MW turbine met een Gravity Based fundatie (doorsnede 40 m) en bedraagt voor het gehele park dan maximaal 43 ha. Dit ruimbeslag bedraagt ten opzichte van het NCP (57.000 km^2) 0,0008%. In het plangebied is daarbij geen sprake van een relatief hoge diversiteit of dichtheid, waardoor de effecten op de biodiversiteit, dichtheid of biomassa relatief nog kleiner zijn (effectbeoordeling 0/-).

Verandering substraat in gebruiksfase
Bij windturbines kunnen zich in de grove laag van stortstenen verschillende typen vissoorten ophouden: soorten die over en tussen het substraat kruipen, soorten die weliswaar vrij zwemmen maar duidelijk aan de bodem gebonden zijn en soorten die in het vrije water zwemmen maar zich toch in de nabijheid van harde substraten kunnen ophouden. In onderzoek is aangetoond at de dichtheid van vissen nabij een paal veel hoger is dan erbuiten (Couperus et al. 2010). Diverse vissoorten, zoals zeedonderpad, gebruiken hard substraat in de getijdenzone en in ondiep water om hun eieren af te zetten. De aangroei van wieren of benthos op wrakken en kunstriffen vormt voor de meeste vissoorten waarschijnlijk geen belangrijke reden voor het samenscholen. De biomassa van deze aangroei is weliswaar hoog, maar deze wordt voor een groot deel gevormd door zeeanemonen, die nauwelijks in aanmerking komen als voedselbron

voor vissen. Als de aangroei voornamelijk uit mosselen bestaat, kunnen zich daartussen wormen (zoals zeerupsen), ophouden die wel als voedselbron kunnen dienen. Of de mosselen zelf ook vissen uit het omringende water aantrekken is niet bekend. Naarmate de mossel groter wordt, wordt in het algemeen een betere bescherming tegen predatie bereikt. De positieve effecten van de aanwezigheid van hard substraat kunnen voor een deel weer teniet worden gedaan door de negatieve effecten van geluid op vissen in de gebruiksfase (effectbeoordeling 0/+).

Geluid/trillingen in aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase
Geluid en trillingen kunnen optreden in de aanlegfase door heien, het storten van de stortsteen, het varen met schepen en het ingraven van de kabels. In de gebruiksfase kunnen geluid en trillingen optreden door het draaien van de turbines en in de verwijderingsfase door varen en trillen. De grootste toename aan het niveau en effectgebied van geluid/trillingen treedt op bij het heien van grote monopalen die kunnen worden toegepast bij 10 MW turbines. Vissen kunnen wat betreft het waarnemen van geluid in twee groepen worden verdeeld, namelijk in hoorspecialisten en hoorgeneralisten. Hoorspecialisten hebben speciale aanpassingen, waardoor ze een bredere range van geluiden kunnen waarnemen en/of geluid bij een lagere geluidsterkte kunnen waarnemen dan hoorgeneralisten. De meeste vissoorten zijn geluidsgeneralisten (Hastings & Popper, 2005). In de onderstaande figuur is voor een aantal zoutwatersoorten aangegeven wat de minimale geluidssterkte is waarop de betreffende vissoort geluid van een bepaalde frequentie kan waarnemen. De meeste vissoorten die in de Noordzee voorkomen (waaronder zwarte grondel) zijn hoofdzakelijk gevoelig voor geluid met een frequentie tussen 100 en 300 Hz. De amerikaanse fint, familie van de in Nederland voorkomende fint en elft, kan alleen geluid waarnemen met een frequentie tussen 1.000 en 1.500 Hz. Roggen zijn waarschijnlijk niet in staat geluid boven 800 en 1.000 Hz waar te nemen.



Figuur 5.3 Drempelwaarden voor geluidwaarnemingen van verschillende soorten vissen (Hastings & Popper, 2005)

Hoewel vissen op grote afstand trillingen kunnen waarnemen, leidt dit in het algemeen slechts beperkt tot vermijdingsgedrag. Vissen bevinden zich immers ook op korte afstand van allerlei andere verstoringbronnen, waaronder varende schepen. De meeste vissen zijn beperkt gevoelig (100-300Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Trekvissen als de fint zijn gevoelig voor geluid (1.000-1.500 Hz). Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 m voor normale vaartuigen tot 400 m voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995). Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 m bedragen. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de ruime uitwijkmogelijkheden zijn de effecten van varende

schepen in de aanleg- en verwijderingsfase op vissen verwaarloosbaar. Het heien (piledriving) van de monopiles in de aanlegfase gaat gepaard met zeer hoge geluidsniveaus en bij deze activiteit worden de meest ernstige effecten verwacht. Hoewel deze verstoring tijdelijk is, zijn de geluidsniveaus dermate hoog dat er sprake kan zijn van zware hinder en zelfs sterfte. Verboom (2005) schat op grond van Amerikaans onderzoek in, dat vissen die zich binnen 300 meter van de heiplaats bevinden, direct of na enige tijd kunnen sterven. Effecten van zeer sterk onderwatergeluid op vis kan variëren van tijdelijke of permanente gehoorschade (beschadigingen aan haarcellen in het binnenoor), tot interne bloedingen (door het hele lichaam), tot orgaanschade (lever, nieren) door plotselinge expansie van de zwemblaas, tot een ruptuur van de zwemblaas (direct dodelijk). Vissterfte als gevolg van heigeluid kan direct zijn of indirect, bijvoorbeeld doordat meeuwen vissen oppikken die tijdelijk verdoofd aan het oppervlak komen. Dergelijke effecten zijn vastgesteld in Amerikaanse studies, tot op afstanden van 500 m tot de geluidsbron (Anonymus, 2001). Sterfte door onderwatergeluid neemt af met afstand tot de bron, maar hoe precies hangt af van de lokale omstandigheden en de betrokken vissoorten (Hastings & Popper, 2005). Het verstoringseffect van heien op vissen in de wijdere omgeving (>500 m) is beperkt aangezien er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn.

Omdat in de praktijk het heien met beperkte intensiteit begint zullen vissen wegzwemmen van heilocaties zodat sterfte van vissen op het moment dat er met maximale energie geheid gaat worden in principe niet zal optreden. De effecten kunnen mogelijk nog worden verminderd door het toepassen van bellenschermen, geluidadsorberende mantels voor de hei installaties e.d. Aangenomen mag worden dat voor zover sprake is van geluid dat schadelijk is voor vissen dit slechts incidenteel zal leiden tot slachtoffers. Dit betreft vissoorten met een zwemblaas. Voor soorten zonder zwemblaas zijn effecten uit te sluiten. Er van uitgaande dat vissen in de worst case situatie niet wegzwemmen en gemiddeld in de tijd over het gehele NCP verspreid zijn, dan bevindt zich binnen het effectgebied waarbinnen schade kan optreden (500 m) circa 0,0004% van de populatie van enige vissoort (0,25 km^2/57.000 km^2 NCP). Bij een gemiddeld maximale levensverwachting van vissen op de Noordzee van 10 jaar (worst case) is de natuurlijke sterfte 10%. De mogelijke schadelijke effecten van het heien bedraagt dan <<1% van de natuurlijke sterfte. In dit kader is er geen sprake van ecologisch relevante effect op populatieniveau van enige vissoort.

Indien vissen (met name hoorspecialisten) het windpark tijdens het heien geheel mijden bedraagt het tijdelijk verlies aan leefgebied in de aanlegfase circa 60 km^2, dit is minder dan 0,11% van het NCP. Omdat er niet binnen het gehele park tegelijkertijd geheid wordt is het daadwerkelijke tijdelijk verlies areaal veel kleiner. De duur van de effecten bedraagt minimaal circa 38 dagen (10 MW) en maximaal circa 95 dagen (4 MW) uitgaande van de aanleg van 1 paal per dag. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de uitwijkmogelijkheden zijn de effecten alsnog beperkt (effectbeoordeling 0/-).

Het heien kan ook van invloed zijn op het overleven van vislarven. In eerdere effectbeoordelingen (o.a. Grontmij 2008) zijn door Deltares berekeningen uitgevoerd naar populatie effecten uitgaande van een worst case aanname van 100% sterfte binnen 1 km afstand (Prins et al. , 2009). Recent is een aantal experimentele onderzoeken (Solea solea, Bolle et al. 2012, Effect of pile-driving sound on the survival of fish larvae, Progress report 2013) uitgevoerd. Uit deze onderzoeken blijkt dat de eerdere berekeningen op basis van het model met 100% sterfte binnen 1 km voor windmolenparken op zee te conservatief was. De effecten van de verminderde larvenaanvoer na doorwerking op de populatie blijft ruim onder de 1% van de natuurlijke sterfte. Het plangebied heeft daarbij voor zover bekend geen specifieke functie heeft als paaigebied voor vissen. Vissen kunnen in de gebruiksfase hinder ondervinden van het geluid van draaiende windturbines, vooral bij hogere windsnelheden en de daarmee gepaard gaande hogere geluidsniveaus. Bij windsnelheden van 13 meter per seconde of meer zouden vissen binnen vier meter van de monopiles worden verdreven (Wahlberg & Westerberg, 2005).

Vertroebeling in aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase
Bij het plaatsen of verwijderen van de turbines en ingraven van de kabels kan door opwoeling van de bodem vertroebeling optreden. De maximale effecten zijn te verwachten bij toepassing

van een 10 MW turbine met een Gravity Based fundatie (doorsnede 40 m) voor een 3 MW turbine omdat deze het grootste effectgebied heeft (maximaal 43 ha).

Voor het waarnemen van hun omgeving maken vissen zowel gebruik van het opvangen van trillingen met hun zijlijnorgaan als het zicht. Het zicht van vissen is in het algemeen beperkt en lijkt vooral van belang voor waarnemingen op korte afstand. De verwachting is dat eventuele afname van het doorzicht geheel gecompenseerd kan worden door het waarnemen van trillingen. Dit wordt ondersteund door het feit dat veel vissen in de Noordzee in troebel water kunnen overleven. Dit betekent tevens dat toename van de troebelheid, als het gaat om het gezien worden, geen voordeel zal opleveren ten aanzien van de kans op predatie door roofvissen. Omdat het beïnvloedingsgebied gering is ten opzichte van het NCP en de effecten per locatie tijdelijk zijn (enkele dagen) zijn de effecten beperkt (effectbeoordeling 0/-).

Straling
Vissen kunnen elektrische en magnetische veld waarnemen en oriënteren zich hier deels op. Van de vissen in de Noordzee zijn haaien en roggen (kraakbeenvissen) het meest gevoelig voor elektrische en magnetische velden. Roggen en sommige soorten haaien, zoals de hondshaai, behoren tot de bodemvissen. Bij haaien en roggen is aangetoond dat deze een prooi met een elektrisch veld van 10-8 V/m kunnen waarnemen. Haaien worden zelfs aangetrokken door elektrische velden (CMACS, 2003). Haaien zijn daarnaast zeer gevoelig voor magnetische velden. Ze kunnen de kabels tot op een afstand van enkele tientallen meters kunnen waarnemen. Als bodemvissen een verandering van het magnetisch veld vermijden, dan zouden de kabels een mogelijke barrière kunnen vormen. Het is theoretisch mogelijk dat de oriëntatie en migratie van deze soorten door de beperkte verandering in het magnetische veld worden beïnvloed. Ook roggen kunnen (tijdelijk) loskomen van de zeebodem en zo de eventuele magnetische effecten ontwijken. Aangenomen kan worden dat de beïnvloeding lokaal is en zich tot niet meer dan enkele meters uitstrekt. In relatie tot het totale beschikbare leefgebied van bodemdieren op het NCP is het mogelijke effectgebied verwaarloosbaar (effectbeoordeling 0).

Verandering visserij in gebruiksfase
Indien het park wordt afgesloten voor bodemberoerende visserij dan kan de visstand aan bodemvissen (o.a. roggen) zich binnen het gebied herstellen en kan dit leiden tot een hogere diversiteit en dichtheid, maar ook hogere leeftijdsklassen. Uit onderzoek bij OWEZ (Winter et al., 2010) blijkt dat voor een aantal vissen het gebied wordt gebruikt als kraamkamer waar jonge vis opgroeit (effectbeoordeling 0/+). Het effect is niet onderscheidend voor de alternatieven.

5.3 Conclusie ten aanzien van vissen

De belangrijkste negatieve effecten op vissen zijn het gevolg van het ruimtebeslag (worst case 10 MW turbine met een Gravity Base Fundatie (doorsnede 40 m) en geluid- en trillingen door heien van de funderingen (worst case 10 MW turbine). Gezien de beperkte omvang van de effecten ten opzichte van het NCP zijn de maximale effecten alsnog gering. Wat betreft het heien zijn de effecten bovendien tijdelijk. Daarnaast zijn er ook positieve effecten op vissen door de toename aan hardsubstraat en het stoppen van de bodemberoerende visserij. Omdat deze effecten in de praktijk nog niet voldoende zijn aangetoond worden deze vooralsnog als beperkt positief beoordeeld

Gezien de beperkte omvang van de effecten en de tijdelijkheid van de effecten kan worden geconcludeerd dat de GSI niet in het geding komt. Door het voorschrijven van een maximaal toelaatbare geluidsbelasting op een bepaalde afstand zal het effect of vissen nog geringer zijn.

6 Cumulatie

6.1 Vogels

De effecten van een windpark in Kavel III in windenergiegebied Borssele, die worden beschreven in hoofdstuk 2, moeten worden gezien in samenhang met effecten van andere initiatieven en gebruiksvormen in de Noordzee. Deze effecten kunnen namelijk cumuleren tot een omvangrijker effect dan uitsluitend de invloed van het beoordeelde windpark.

In het hoofddocument van het MER worden cumulatieve effecten behandeld in paragraaf 6.7. Ook wordt cumulatie behandeld in deze bijlage. Hiervoor wordt teruggegrepen op de bevindingen uit het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015).

Leopold *et al.* (2014 & 2015) en Van der Wal *et al.* (2015) hebben in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van de kavels in Windenergiegebied Borssele. De afbakening van dit gebied is afgesproken in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta, en omvat dus niet uitsluitend het NCP maar ook de delen van de zuidelijke Noordzee die binnen de territoriale grenzen vallen van de ons omringende landen. In samenspraak met RWS wordt door Leopold *et al.* (2014, 2015) en Van der Wal *et al.* (2015) primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken. Daarnaast wordt ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen. De effecten van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zijn veel moeilijker te kwalificeren, echter met toenemende aantallen turbines neemt ook de ‘vrije’ ruimte voor verstoringsgevoelige soorten af. Daarnaast zijn ook de effecten van scheepvaart, die meer geconcentreerd wordt door de aanwezigheid van grote aantallen windturbines, moeilijk in te schatten. Met name in het Belgische en Nederlandse deel van de Noordzee zal de verstoringsdruk van schepen buiten de windparken sterk toenemen. Het is echter wel zo dat minder windparken gebouwd worden in de gebieden die in sterke mate belangrijk zijn voor scheepvaartgevoelige soorten zoals duikers, futen en zee-eenden. Barrièrewerking als potentieel derde effect wordt in de Nederlandse situatie als verwaarloosbaar verondersteld (zie ook Leopold *et al.* 2014). Overige activiteiten worden als bestaand gebruik beschouwd en zijn niet verder in de analyse meegenomen (zie ook Leopold *et al.* 2014).

In deze paragraaf worden de gecumuleerde effecten van ongeveer 106 initiatieven die momenteel in de internationale zuidelijke Noordzee (NCP plus België, Duitsland, Denemarken en VK) aanwezig of gepland zijn voor 2023 afgewogen met de Potential Biological Removal (PBR) van de individuele soorten. In deze bijlage worden zowel de cumulatieve slachtoffers in de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR van de populatie van de zuidelijke Noordzee (cf. Leopold *et al.* 2014 & 2015, Van der Wal *et al.* 2015) als de cumulatieve slachtoffers in de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populatie. Dit laatste kan de Nederlandse broedpopulatie zijn (bijvoorbeeld in het geval van kleine mantelmeeuw) of de overwinterende Nederlandse Noordzee populatie (bijvoorbeeld in het geval van grote mantelmeeuw; data afkomstig uit Poot *et al.* 2013a, of in het geval van de zilvermeeuw de data afkomstig van SOVON 2015).

Zeevogels
Door Leopold *et al.* (2014 & 2015) en Van der Wal *et al.* (2015) zijn met behulp van het extended Band-model (Band 2012, zie Bijlage IV) aanvaringsslachtoffers bepaald voor alle 106 windparken in de Zuidelijke Noordzee samen. Daarnaast zijn binnen de windparken dichtheden be-

paald van soorten om de sterfte door habitatverlies te berekenen (10% van de verstoorde (=aanwezige) vogels sterfte conform Bradbury *et al.* (2014), zie ook Leopold *et al.* 2014). Deze twee mortaliteitsbronnen zijn meegenomen in de bepaling van cumulatieve aantallen slachtoffers.

De totale aantallen slachtoffers als gevolg van windenergie worden afgewogen tegen de Potential Biological Removal (PBR) van een individuele soort. Dit is het aantal vogels dat door sterfte uit een populatie (in deze analyse de populatie van de Nederlandse Noordzee of die van de zuidelijke Noordzee) kan worden weggenomen om deze populatie niet te laten uitsterven.

Uit Leopold et al. (2014 & 2015) en Van der Wal et al. (2015) blijkt dat, met uitzondering van de grote meeuwen (grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw), voor alle zeevogelsoorten die regelmatig voorkomen in de zuidelijke Noordzee de cumulatieve aantallen slachtoffers voor de gehele zuidelijke Noordzee onder de soortspecifieke PBR waarden voor de zuidelijke Noordzee blijven. Een correctie voor realistische windturbinegroottes in de bestaande en geplande windparken liet een aanzienlijke daling in het aantal slachtoffers onder de drie grote meeuwensoorten zien (Gyimesi & Fijn 2015b). Echter voor een soort, de kleine mantelmeeuw, bleken de berekende aantallen slachtoffers in de zuidelijke Noordzee nog steeds de PBR-norm overstijgen (123%) (tabel 6.1).

Naast de zuidelijke Noordzee populatie worden hier ook de aantallen slachtoffers in de Nederlandse parken (OWEZ, PAWP, ENECO Luchterduinen, Gemini Oost, Gemini West, en de SER parken (1-10)) afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populaties (broed- of overwinteringspopulatie). De keuze voor welke populatieschatting wordt bepaald door de betrouwbaarheid van de schatting conform de door Poot et al. 2013 geïdentificeerde kwaliteitsbeperking van meeuwen aan de kust. Uitsluitend kijkend naar het cumulatieve effect van de Nederlandse parken op de Nederlandse populatie blijven alle soorten onder de PBR-norm, terwijl het aantal slachtoffers bij de zilvermeeuw grofweg op de PBR-norm uitkomt (103%) (tabel 6.2). Voor deze soort wordt om de worst-case te waarborgen een strenge PBR-norm gehanteerd (zie Leopold et al. 2014), vanwege de afnemende populatie van deze soort.

Tabel 6.1 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de zuidelijke Noordzee (cf. Leopold et al. 2014 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de zuidelijke Noordzee populatie voor zeevogels (lokaal en trekkend), waarvan deze fractie boven de 0,01 ligt (Leopold et al. 2014). Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij Alternatief 1 van Kavel III en IV (tabel 4.2a, b, 4.6 en 4.7) ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers Kavel III / Kavel IV Borssele	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
kleine mantelmeeuw	136 / 24	9.160	246	7.560[3]	1,2
grote mantelmeeuw	40 / 5	3.163	99	4.144[3]	0,8
zilvermeeuw	16 / 4	3.188	43	4.184[3]	0,8
jan-van-gent	24 / 25	1.451	105	5.245[4]	0,3
drieteenmeeuw	36 / 13	3.639	731	16.473[4]	0,3
duiker spec.	0 / 0	130	123	1.557[3]	0,2
grote jager	0 / 0	12	3	120[4]	0,1
dwergmeeuw	4 / 3	295	18	3.971[2]	0,1
stormmeeuw	22 / 3	1.353	66	22.534[3]	0,1
grote stern	2 / 0	133	11	2.378[3]	0,1
dwergstern	0 / 0	1	0	39[3]	0,03

[1] Poot *et al.* 2013a
[2] SOVON 2015
[3] BirdLife International 2004
[4] Mitchell *et al.* 2004

Tabel 6.2 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee (cf. Leopold et al. *2014 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse populatie voor zeevogels waarvan deze fractie in het KEC boven de 0,01 ligt (Leopold et al. 2014). Ter vergelijking zijn de maximale aantallen slachtoffers (door aanvaringen en habitatverlies) bij Alternatief 1 van Kavel III en IV (tabel 4.2a, b 4.6 en 4.7) ook weergegeven.*

Soort	Slachtoffers Kavel III / Kavel IV Borssele	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
zilvermeeuw	16 / 4	731	10	720[2]	1,0
kleine mantelmeeuw	136 / 24	1.486	26	2.802[1]	0,5
jan-van-gent	24 / 25	247	7	527[1]	0,5
grote mantelmeeuw	40 / 5	342	5	813[1]	0,4
duiker spec.	0 / 0	42	3	137[1]	0,3
stormmeeuw	22 / 3	278	12	1.305[1]	0,2
drieteenmeeuw	36 / 13	458	26	3.048[1]	0,2
dwergstern	0 / 0	1	0	9[2]	0,1
dwergmeeuw	4 / 3	92	7	1.269[1]	0,1
grote stern	2 / 0	22	3	1.298[1]	0,02
grote jager	0 / 0	0	0	67[2]	0,00

[1] Poot *et al.* 2013a
[2] SOVON 2015

Conclusie

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten zeevogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in Kavel III of IV in windenergiegebied Borssele (Leopold *et al.* 2014 & 2015). Leopold *et al*. (2014) concludeerden dat op basis van de worst-case scenario met 3 MW turbines, de cumulatieve sterfte onder kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen als gevolg van aanvaringen met en habitatverlies door alle (toekomstige) windparken in de zuidelijke Noordzee in cumulatie met scheepvaart, niet binnen de PBR blijft, en dat daarmee nog niet met zekerheid kan worden gezegd dat de gecumuleerde effecten niet zullen leiden tot het uitsterven van deze soorten in de Zuidelijke Noordzee. Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm dan blijven de gecumuleerde effecten wel binnen PBR voor kleine- en grote mantelmeeuwen, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoegd zijn om deze additionele sterfte op te vangen. Voor zilvermeeuwen blijven ook via deze benadering de aantallen slachtoffers boven de PBR-norm en dus zijn significante effecten in cumulatie niet uitgesloten. Let wel, significantie is alleen niet uit te sluiten in cumulatie met een worst-case situatie waarin alle parken in de gehele zuidelijke Noordzee worden gevuld met veel kleine (3MW) turbines. Het is realistisch om ervan uit te gaan dat in de toekomst nieuwere en grotere turbines zullen worden geïnstalleerd. In de uit te geven kavels in windenergiegebied Borsele is al de keuze gemaakt om uit te gaan van minimaal 4 MW turbines. In de toekomst zal de ondergrens van de bandbreedte bij nieuwe uit te geven kavels wellicht nog verder omhoog gaan. Deze ontwikkeling heeft minder aanvaringen tot gevolg, waardoor de cumulatieve aantallen slachtoffers tot onder de PBR-grens voor zilvermeeuw zullen zakken (Gyimesi & Fijn 2015) en daarmee significante effecten kunnen worden voorkomen.

Watervogels en landvogels tijdens seizoenstrek
Naast (trekkende) zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in kavel III of IV in windenergiegebied Borssele en in cumulatie met andere windpark initiatieven in de zuidelijke Noordzee. Voor trekvogels zijn effecten als gevolg van habitatverlies en scheepvaart niet aan de orde en daarmee uit te sluiten. Barrière-werking speelt evenmin een rol bij trekvogels die grote afstanden afleggen tijdens de seizoen-strek (b.v. Masden *et al.* 2009).

Door Leopold *et al.* (2015) is met behulp van het extended Band-model (Band 2012, zie Bijlage IV) bepaald dat voor alle soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers over onder de PBR blijven. Deze slachtoffers worden allemaal ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit. Voor 7 soorten is de voorspelde mortaliteit hoger dan 5% van de PBR (tabel 6.3).

Tabel 6.3 Mortaliteit als gevolg van windturbines, berekend met het extended Band model, als fractie van PBR voor de trekvogels waarvan deze fractie boven de 0,05 ligt.

Soort	Fractie van PBR
wulp	0,60
zwarte stern	0,52
kleine zwaan	0,44
drieteenstrandloper	0,21
spreeuw	0,12
kanoet	0,11
grutto	0,06

Met name in het geval van kleine zwaan is een dergelijke sterfte substantieel aangezien dit een soort is met een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Een dergelijke additi-onele sterfte bovenop eventuele sterfte en habitatverlies in gebieden op land als gevolg van windparken maar ook andere bronnen van sterfte, kan potentieel de gunstige staat van instand-houding van deze soort in gevaar brengen. Echter met name bij de berekeningen van aantallen aanvaringslachtoffers bij trekvogels is uitgegaan van een conservatieve benadering (o.a. 50% van de flux op rotorhoogte).

Conclusie
Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten trekvogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in Kavel III of IV in windenergiegebied Borssele (Leopold *et al.* 2014). Het is aannemelijk dat de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen PBR blijft. Bij de kleine zwaan wordt 44% van de PBR behaald door offshore windpar-ken alleen op basis van de huidige conservatieve benadering.

6.2 Vleermuizen

In het geval van vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleer-muizen over de Noordzee vliegen staat vast, echter de aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag offshore zijn onbekend. Ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis zijn de drie soorten die door hun voorkomen op de Noord-zee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door offshore windmolenparken, echter een vergroting van de monitoringsinspanning is noodzakelijk om kwantitatieve uitspraken te doen over effecten. Op basis van enkele aannames zullen de effecten het kleinst zijn op de rosse vleermuis. Voor ruige dwergvleermuis en tweekleurige vleermuis is de informatie aangaande de grootte van bronpopulaties dermate ontoereikend dat een realistische inschatting van effecten niet goed mogelijk is.

In het KEC zijn berekeningen gedaan om de PBR waarde voor een aantal soorten te bepalen (Rijkswaterstaat, 2015). De eerste berekeningen laten zien dat in een worst case scenario in cumulatie met alle ontwikkelingen van windparken op de Noordzee zoals in het KEC beschouwd, de voorlopig berekende PBR waarde voor de ruige dwergvleermuis wordt overschreden, terwijl dit niet het geval is voor de rosse vleermuis. De conclusie in het KEC is dat ten gevolge van het ontbreken van accurate kennis over de exacte locaties en groottes van de populaties die door windturbines getroffen worden, significante effecten op de populatie niet uitgesloten kunnen worden.

6.3 Zeezoogdieren

In paragraaf 7.6 van het MER zijn de cumulatieve effecten uitgebreid beschreven. De conclusie luidt dat zonder het hanteren van een geluidsnorm (zie paragraaf 4.3 van deze bijlage) significante effecten op de GSI voor bruinvissen niet uit te sluiten zijn. Bij het hanteren van een geluidsnorm hebben de effecten geen negatieve effecten op de GSI voor zowel de zeehond als bruinvis.

6.4 Vissen en bodemdieren

Mogelijke cumulatie betreffen de effecten van ruimtebeslag op vissen en bodemdieren en geluid- en trillingen voor vissen in dezelfde periode in hetzelfde gebied. Significante effecten op de GSI doen zich ook in cumulatie niet voor.

6.5 Overzicht van mitigerende maatregelen

In paragraaf 2.3 en 4.3 worden diverse mogelijkheden benoemd om de cumulatieve effecten uit paragraaf 6.1 - 6.4 te mitigeren.

7 Literatuur

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. Strategic Ornithological Support Services (SOSS).

Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen, 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. Journal for Nature Conservation 21: 394-400.

BirdLife International, 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: BirdLife International. (BridLife Conservation Series No. 12).

BirdLife International, 2014. IUCN Red List for birds. Downloaded from http://www.birdlife.org in December 2014.

Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Hume, D. 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLoS ONE 9(9): e106366. doi:10.1371/journal.pone.0106366

BTO Bird facts: Robinson, R.A. 2005. BirdFacts: profiles of birds occurring in Britain & Ireland (BTO Research Report 407). BTO, Thetford (http://www.bto.org/birdfacts, accessed December 2014)

Dillingham, P.W. & D. Fletcher, 2008. Estimating the ability of birds to sustain additional human-caused mortalities using a simple decision rule and allometric relationships. Biological Conservation 141: 1783-1792.

Fijn, R.C., A. Gyimesi, M.P. Collier, J.C. Kleyheeg-Hartman, M. Boonman, J.W. de Jong & M.J.M. Poot 2015. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Borssele. Kavel I en II: vogels en vleermuizen. Bureau Waardenburg Rapportnr. 14-263. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Fijn, R.C., Krijgsveld, K.L., Poot, M.J.M. & Dirksen, S. in prep. Bird fluxes at risk altitudes in a Dutch offshore wind farm continuously meaured with vertical radar. Submitted in 2014.

Garthe, S. & O. Hüppop, 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. Journal of Applied Ecology, in press.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor een windpark met een totaalvermogen van 380 MW in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.03297.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande en geplande turbinetypes. Bureau Waardenburg notitie 15.03620.

Gyimesi, A. & R. Lensink, 2012. Non-breeding adults or 'floaters' in bird populations. Rapport 11-200. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. NoordzeeWind report nr OWEZ_R_231_T1_20111114_flux&flight. Report nr 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg

Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Rapport 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Leopold, M.F., M. Booman, M.P. Collier, N. Davaasuren, R.C. Fijn, A. Gyimesi, J. de Jong, R. Jongbloed, B. Jonge Poerink, J.C. Kleyheeg-Hartman, K.L. Krijgsveld, S. Lagerveld, R. Lensink, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2014. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Report number C166/14. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Leopold, M.F., M.P. Collier, A. Gyimesi, R. Jongbloed, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2015. Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14. Imares Wageningen UR / Bureau Waardenburg Culemborg.

Maclean, I.M.D., Wright, L.J., Showler, D.A. & M.M. Rehfisch, 2009. A review of assessment methodologies for offshore windfarms. BTO Report commissioned by COWRIE Ltd.

Milner-Gulland E.J. & H.R. Akçakaya, 2001. Sustainability indices for exploited populations under uncertainty. Trends in Ecology & Evolution 16(12): 686-692.

Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. & Dunn, T.E. 2004. Seabird populations of Britain and Ireland: results of the Seabird 2000 census (1998-2002). T. and A.D. Poyser, London.

Niel, C. & J,-D. Lebreton, 2005. Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. Conservation Biology 19: 826-835.

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, J. de Jong & P.W. van Horssen, 2013. Populatieschattingen zeevogels in de zone tot 80 km uit de Nederlandse kust met een extrapolatie naar de gehele Nederlandse EEZ. Resultaten *Distance sampling* en *Distance analysis* vliegtuigtellingen Shortlist Masterplan 'Wind op Zee' mei 2010 – april 2011. Rapport 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., P.W. van Horssen, M.P. Collier, R. Lensink & S. Dirksen, 2011. Effect studies Offshore Wind Egmond aan Zee: cumulative effects on seabirds. A modelling approach to estimate effects on population levels in seabirds. Report 11-026, OWEZ_R_212_T1_20110318_Cumulative effects. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Rees, E.C. & J.H. Beekman, 2010. Northwest European Bewick's Swans: a population in decline. British Birds 103: 640-650.

Rijkswaterstaat, 2015. Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee.

Richard, Y. & E.R. Abraham, 2013. Application of Potential Biological Removal methods to seabird populations. New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity Report No. 108. Ministry for Primary Industries.

SOVON, RWS & CBS 2015. Zilvermeeuw. Download via https://www.sovon.nl/nl/soort/5920.

Steunpunt Natura 2000, 2009. Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Regiebureau Natura 2000, Utrecht.

Sugimoto, H. & H. Matsuda, 2011. Collision risk of White-fronted Geese with wind turbines. Ornithological Science 10: 61-71.

Vanermen N., E.W.M. Stienen, W. Courtens, T. Onkelinx, M. Van de Walle & H. Verstraete 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing seabird displacement effects. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.755887). INBO, Brussel.

Wade, P.R., 1998. Calculating limits to the allowable human-caused mortality of Cetaceans and Pinnipeds. Marine Mammal Science 14(1): 1-37.

Watts, B.D., 2010. Wind and waterbirds: Establishing sustainanle mortality limits within the Atlantic Flyway. Center for Conservation Biology Technical Report Series, CCBTR-10-05. College of William and Mary/Virginia Commonwealth University, Williamsburg, VA.

Wetlands International 2014. *"Waterbird Population Estimates"*. Retrieved from wpe.wetlands.org in December 2014.

Bijlage 8

Passende beoordeling

Passende Beoordeling kavel III

Definitief

Ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 13 november 2015

GM-0172775, revisie D1

Verantwoording

Titel	:	Passende Beoordeling kavel III
Subtitel	:	
Projectnummer	:	343907
Referentienummer	:	GM-0172775
Revisie	:	D1
Datum	:	13 november 2015

Auteur(s)	:	Grontmij, Pondera Consult (E. Arends)
E-mail adres	:	cor.vanduin@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	C.F. van Duin
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	M. Kreft
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	Grontmij Nederland B.V. De Molen 48 3994 DB Houten Postbus 119 3990 DC Houten T +31 88 811 66 00 www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 7
1.1 Aanleiding 7
1.2 Achtergrond 7
1.2.1 Handreiking Passende Beoordelingen van windparken op zee 8
1.2.2 Update Framework Appropriate Assessment 8
1.2.3 KEC 8
1.3 Leeswijzer 9

2 Beleid en wetgeving 11
2.1 Wet wind op zee 11
2.2 Vogel- en Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet 1998 11
2.3 Grensoverschrijdende effecten en buitenlandse wetgeving 12

3 Voorgenomen activiteit 13
3.1 Uitgangspunten voor het windpark 13
3.2 Bandbreedte benadering 13
3.3 Voorkeursalternatief (VKA) 14

4 Afbakening 17
4.1 Verwachte ingreep-effectrelaties per soortgroep 17
4.1.1 Verwachte effecten op fytoplankton 18
4.1.2 Verwachte effecten op bodemfauna 18
4.1.3 Verwachte effecten op vleermuizen 18
4.1.4 Verwachte effecten op vissen 19
4.1.5 Verwachte effecten op vislarven 20
4.1.6 Verwachte effecten op zeezoogdieren en vogels 21
4.2 Ingreep- effectrelaties per fase 21
4.2.1 Aanlegfase 21
4.2.2 Exploitatiefase 23
4.2.3 Ontmantelingsfase 24
4.3 Vogels 24
4.4 Zeezoogdieren 25
4.5 Natura 2000-gebieden 25
4.5.1 Gebieden i.r.t. effect op vogels 25
4.5.2 Gebieden i.r.t. effect op zeezoogdieren 26

5 Huidige situatie 27
5.1 Vogels 27
5.2 Zeezoogdieren 30
5.2.1 Bruinvis 32
5.2.2 Zeehonden 35

6 Effectanalyse 39
6.1 Vogels 39
6.1.1 Niet-broedvogels 41
6.1.2 Broedvogels (kolonievogels) 42

6.1.3 Trekvogels 45
6.2 Zeezoogdieren 46
6.2.1 Bruinvis 46
6.2.2 Bruinvis 49
6.2.3 Zeehonden 50
6.3 Effectenbeoordeling per Natura 2000-gebied 51
6.3.1 Vogels 51
6.3.2 Zeezoogdieren 53

7 Cumulatie 59
7.1 Vogels 59
7.2 Zeezoogdieren 59
7.2.1 Scenario's 59
7.2.2 Cumulatieve effecten op bruinvispopulatie 60
7.2.3 Cumulatieve effecten op zeehondenpopulatie 61
7.3 Cumulatieve effecten in één jaar op Natura 2000-gebieden 61
7.3.1 Bruinvis 61
7.3.2 Zeehonden 62

8 Literatuur 63

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. In het Energieakkoord (SER, Energieakkoord voor duurzame groei, september 2013) zijn concrete doelstellingen geformuleerd voor windenergie op zee.

De keuze is gemaakt deze doelstelling te realiseren door middel van een nieuw uitgiftesysteem. Hiervoor is de Wet windenergie op zee opgesteld die op 1 juli 2015 in werking is getreden. Deze bevat een aantal stappen voor het uitgiftestelsel. Windparken mogen alleen gebouwd worden op locaties (kavels) die door het Rijk zijn aangewezen in een kavelbesluit. Kavels worden uitsluitend aangewezen binnen een gebied dat is aangewezen in het Nationaal Waterplan (NWP). In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In het Waterbesluit zijn generieke voorschriften voor windparken op zee vastgelegd.

De routekaart voor windenergie op zee (Staten-Generaal, vergaderjaar 2014-2015, 33 561, nr. 11) geeft aan dat met deze nieuwe systematiek als eerste kavels in het windenergiegebied Borssele worden uitgegeven. Voor de kavels I en II in windenergiegebied Borssele is reeds een milieueffectrapportage en Passende Beoordeling opgesteld.

De minister van Economische Zaken is, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu, initiatiefnemer voor de kavelbesluiten. Hiervoor wordt een m.e.r.-procedure doorlopen. Op 11 juni 2015 is in de Kennisgeving kavelbesluiten Borssele het voornemen aangekondigd tot het opstellen van een milieueffectrapport (MER). Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie reikwijdte en detailniveau MER kavelbesluiten Borssele gepubliceerd (Staatscourant 2015, nr. 15324). Hierin wordt een toelichting gegeven op het initiatief om deze kavels uit te geven en is beschreven wat in het MER onderzocht wordt.

Passende beoordeling (PB)

Uit onderzoek dat in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst is uitgevoerd (Prins et al, 2008), is gebleken dat het niet mogelijk is om op voorhand significant negatieve effecten van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windparken op in Natura 2000-gebieden beschermde populaties van vogels en zeezoogdieren uit te sluiten. Voor ieder initiatief voor de bouw en exploitatie van een windpark in de Noordzee dient dan ook een locatiespecifieke Passende Beoordeling (PB) opgesteld te worden, waarin de effecten van aanleg, exploitatie en verwijdering op beschermde natuurwaarden in Natura 2000-gebieden in kaart gebracht worden. Voorliggend document is de invulling van dit advies conform de wettelijke vereisten.

1.2 Achtergrond

Een PB houdt volgens het Europese Hof van Justitie in dat de beste wetenschappelijke kennis ter zake gebruikt moet worden om alle aspecten van de activiteit die op zichzelf of in combinatie met andere activiteiten effecten kunnen hebben (cumulatie), in beeld te brengen, in het licht van

de instandhoudingsdoelstellingen behorende bij Natura 2000-gebieden (ABRvS 27 maart 2002, Nieuwsbrief StAB 3/2002, nr. 02-44). Toestemming voor de activiteit kan pas worden verleend als het bevoegd gezag zekerheid heeft verkregen dat er geen schadelijke gevolgen optreden (onderzoeksplicht). Het Hof geeft aan dat de vereiste zekerheid er uit bestaat, dat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn. Bovendien blijkt uit de overwegingen van het Hof dat de zekerheid moet worden verkregen door het bevoegd gezag. Bedenkingen en beroepsgronden kunnen als gevolg daarvan niet ongegrond worden verklaard met de overweging dat de significante gevolgen niet dan wel onvoldoende aannemelijk zijn gemaakt.

1.2.1 Handreiking Passende Beoordelingen van windparken op zee

In 2008 heeft Deltares het rapport *'Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms'* (Prins et al. 2008) geschreven als handreiking voor het opstellen van Passende Beoordelingen van windparken op zee. Dit rapport gaf een algemene beschrijving van de mogelijke effecten van de aanleg en aanwezigheid van offshore windparken op N2000-waarden en beschrijft de kwantitatieve methoden voor het schatten van de effecten op deze N2000-waarden.

1.2.2 Update Framework Appropriate Assessment

In de jaren na de vergunningverlening van de zogenaamde ‘2-ronde windparken’ is nader onderzoek verricht in binnen- en buitenland naar de effecten van de aanleg en aanwezigheid van windparken op zee. Naar aanleiding hiervan zijn rapportages opgesteld over de voortgang van kennis op dit gebied (Boon et al, 2012) en is aangegeven hoe deze kennis dient te worden gebruikt in de eventuele aanpassingen van methoden en technieken voor de inschatting van voornoemde effecten in passende beoordelingen (Boon et al. 2012), een update van de eerder opgestelde Handreiking voor het opstellen van passende beoordelingen voor windparken op zee (Prins et al. 2008).

Er is besloten om de update te concentreren op de methoden om effecten kwantitatief in te schatten. De resultaten van het shortlistonderzoek, van relevante en openbare studies in de twee reeds bestaande offshore windparken Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en Prinses Amalia Windpark (PAWP) en van relevante internationale studies, zijn gebruikt voor deze update. Het update rapport moet worden gezien als een aanvulling op het *Framework Appropriate Assessments* uit 2008, de Handreiking Passende Beoordelingen van windparken op zee.

1.2.3 KEC

In het SER-akkoord heeft de Nederlandse overheid bepaald dat in 2023 offshore windparken met een capaciteit van 4450 MW geïnstalleerd moeten zijn. Om dit te behalen is in 2015 afgesproken om een totaal van 3500 MW aan offshore wind te plannen in 10 nieuwe parken op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Daarnaast zijn er ook in de omringende landen uitgebreide en vergevorderde plannen voor de installatie van vele offshore windmolenparken. Al deze parken hebben effecten op (zee)vogels en vleermuizen in de zuidelijke Noordzee. Ten behoeve van het beoordelen van ecologie en cumulatie voor windparken die middels het nieuwe systeem van kavelbesluiten worden uitgegeven, is een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is waar relevant ook gehanteerd bij de onderhavige PB.

Dit KEC is opgesteld door Rijkswaterstaat (2015), en zij hebben in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren, waaronder de effecten van de kavels in windenergiegebied Borssele. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta werd door Leopold et al. (2015) wat betreft vogels en vleermuizen primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken. Daarnaast wordt ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op de relevante wetgeving en beleid en de procedure voor een PB. In hoofdstuk 3 wordt een beknopte beschrijving van de voorgenomen ingreep gegeven. Hoofdstuk 4 beschrijft de afbakening van deze PB; op basis van de ingreep-effectrelaties wordt een overzicht gegeven van de Natura 2000-gebieden en soorten die mogelijk effecten ondervinden. De huidige situatie van de in de PB meegenomen soorten wordt weergegeven in hoofdstuk 5. Een beschrijving van de gehanteerde methodologie en de effectenanalyse wordt gegeven in hoofdstuk 6, alsmede de samenvattende beoordeling van elk van de relevante Natura 2000-gebieden. Hoofdstuk 7 geeft tot slot cumulatieve effecten met andere plannen en projecten weer.

2 Beleid en wetgeving

2.1 Wet wind op zee

Het kavelbesluit behelst tevens de beoordeling van de natuuraspecten. Dit betekent dat geen afzonderlijke vergunning ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) is vereist voor windparken op zee, waarvoor een kavelbesluit wordt genomen. In het kavelbesluit worden op basis van onderzoek zo nodig regels opgenomen voor de bouw en exploitatie van een windpark en de aansluiting van dat kavel.

Artikel 6 van de Wet windenergie op zee geeft aan dat de projecten of andere handelingen die vallen onder het kavelbesluit niet vergunningplichtig zijn in het kader van de Nbwet 1998. Echter, indien die projecten of andere handelingen de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen, dient alsnog gevolg gegeven te worden aan hetgeen gesteld in artikel 19j van de Nbwet 1998 voor het vaststellen van een kavelbesluit.

Op het tijdstip waarop het kavelbesluit wordt vastgesteld, is nog onbekend door wie het windpark zal worden gerealiseerd en welke materialen en technieken zullen worden gebruikt. Het kavelbesluit zal een bandbreedte aan mogelijkheden (bijvoorbeeld minimale en maximale turbine-afmetingen, aantal turbines, type en kenmerken van funderingen etc.) vastleggen waarbinnen de toekomstige ontwikkelaar zal moeten blijven. De minister van Economische Zaken maakt, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu, in het kader van het kavelbesluit de PB van de gevolgen van de bouw en exploitatie van het windpark voor Natura 2000-gebieden.

Door in voorliggende PB de gevolgen van de uiterste varianten binnen de bandbreedte voor de natuur te onderzoeken (*worst case* benadering), kan worden aangetoond dat de effecten van alle mogelijke invullingen van het windpark varianten tussen deze uitersten liggen. Hierdoor hoeft de houder van een ‘windvergunning’ geen afzonderlijke vergunning ingevolge de Nbwet 1998 aan te vragen. Hiervoor is het wel een vereiste dat het project (de bouw en de wijze van exploitatie van het windpark) in het kavelbesluit voldoende concreet zijn beschreven.

Wanneer de minister van Economische Zaken, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu, op grond van de PB niet met zekerheid kan vaststellen dat de gevolgen van het Natura 2000-gebied niet door het windpark zullen worden aangetast, kan hij toch het kavelbesluit vaststellen, mits er geen alternatieve oplossingen zijn en sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang. In dat geval moeten de ministers vóórdat zij het kavelbesluit vaststellen, onderzoeken of er geen alternatieven zijn. Zoals uit het wetsvoorstel Wind op Zee blijkt, is de bevordering van windenergie aan te merken als een dwingende reden van openbaar belang. In dat geval moeten de ministers in het kavelbesluit de verplichting voorschrijven om compenserende maatregelen te treffen.

2.2 Vogel- en Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet 1998

Het wettelijke kader voor de voorliggende PB wordt gevormd door Artikel 6 van de Europese Habitatrichtlijn. Deze is geïmplementeerd in de Natuurbeschermingswet 1998 (NBwet 1998) en wordt voor wat betreft het kavelbesluit geïncorporeerd in de nieuwe Wet windenergie op zee.

De aanwijzingsbesluiten voor de relevante Natura 2000-gebieden zijn van groot belang, omdat daarin de voor de toetsing relevante instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen. Hoewel de bij dit project betrokken speciale beschermingszones nog niet allemaal definitief zijn aangewezen, zijn ze op basis van hun aanmelding op grond van de Habitatrichtlijn wel beschermd. Slechts enkele gebieden, namelijk Voornes Duin, Duinen Goeree & Kwade Hoek en de Voordelta, zijn inmiddels definitief aangewezen. De betrokken Vogelrichtlijngebieden zijn wel reeds allemaal aangewezen. Ten aanzien van de overige betrokken gebieden wordt opgemerkt dat ze zijn aangemeld en dat er ontwerp-besluiten liggen met soort- en habitatspecifieke instandhoudingsdoelstellingen, maar dat de definitieve aanwijzing nog in procedure is. Ten behoeve van deze PB worden ook de instandhoudingsdoelstellingen in de ontwerp-aanwijzingsbesluiten als concreet toetsingskader gebruikt.

Met name enkele mariene Natura 2000-gebieden die zijn aangemeld onder de Habitatrichtlijn of Vogelrichtlijn zijn van belang voor deze PB. Het gaat hier om de gebieden Noordzeekustzone (tussen Bergen en Petten), Vlakte van de Raan, Waddenzee, Voordelta, Doggersbank, Klaverbank en het Friese Front.

Deze gebieden zijn aangemeld op basis van het voorkomen van een aantal habitattypen (riffen, zandbanken), zeezoogdieren (bruinvis, zeehonden), vogels (zeekoeten) en diadrome vissen (prikken, elft en fint).

In de rest van dit document zal de term Natura 2000-gebieden gebruikt worden voor alle hiervoor genoemde gebieden (Vogelrichtlijn- en/of Habitatrichtlijn (VHR) gebied).

In de bepaling van de mogelijk negatieve effecten in deze PB zijn inhoudelijk twee aspecten van groot belang: externe werking en cumulatieve effecten. Externe werking is het effect dat optreedt als een gebruik, project of plan buiten een Natura 2000-gebied gepland is, maar de effecten ervan zich wel binnen dat gebied kenbaar maken. Dit kan direct (van buiten naar binnen), bijvoorbeeld een turbine die net buiten een Natura 2000-gebied staat, maar waarvan de verstorende werking (schrikeffect) tot binnen het gebied reikt. Ook kan het effect indirect (van binnen naar buiten) optreden als bijvoorbeeld vogels die binnen het gebied beschermd zijn, zich voor foerageren buiten het gebied begeven en dan in aanvaring komen met de turbine. In abstractere zin gaat het in dit geval om die effecten die op enig moment van de populatiedynamica van een soort, die in een nabijgelegen Natura 2000-gebied is beschermd, kunnen optreden, zodanig dat de gunstige staat van instandhouding van die soort in dat gebied kan worden aangetast. De meeste van de effecten waarover in deze PB wordt gesproken zijn dergelijke externe effecten. De dieren die een negatief effect kunnen ondervinden van de aanleg en aanwezigheid van het windpark komen alle uit Natura 2000-gebieden rond de kustgebieden in Nederland of het buitenland.

De cumulatie van effecten van andere plannen en projecten is het tweede belangrijke aspect dat dient te worden meegenomen in de toetsing. Ook andere plannen en projecten kunnen effecten hebben op dezelfde beschermde natuurwaarden, en het effect van het initiatief dient in deze context te worden beschouwd.

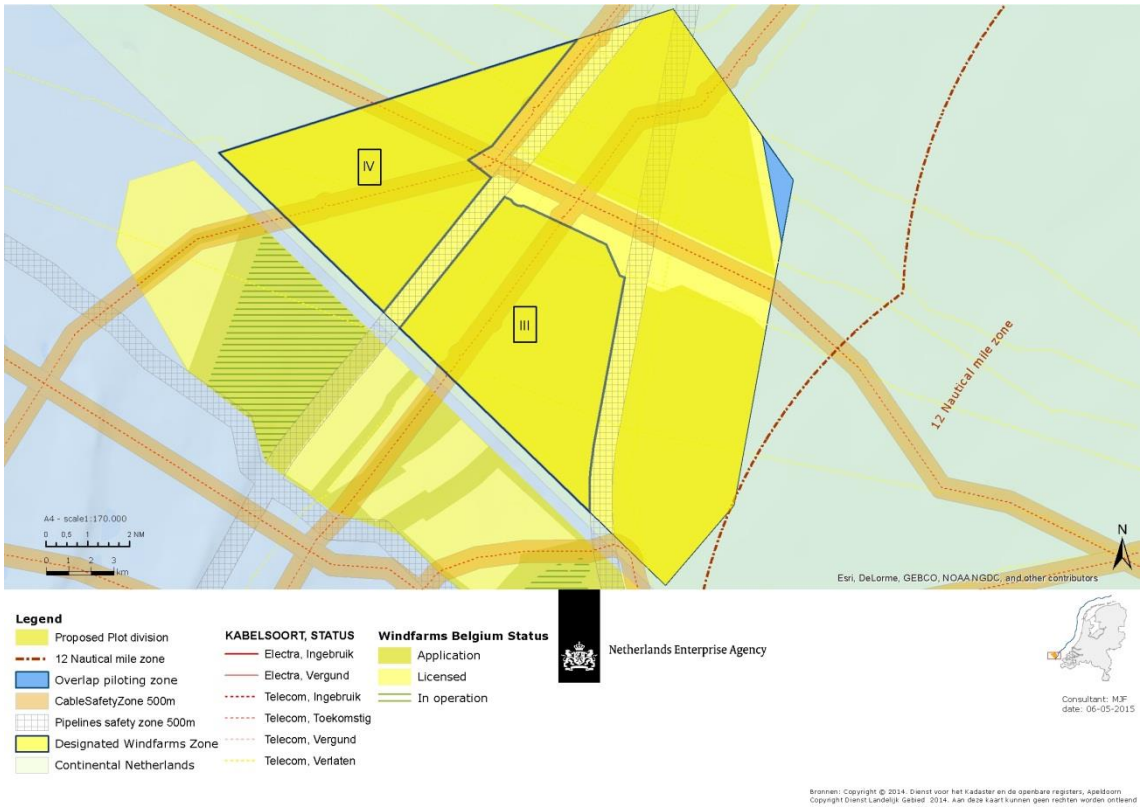
2.3 Grensoverschrijdende effecten en buitenlandse wetgeving

In de VHR en de Nbwet 1998 wordt geen onderscheid gemaakt naar effecten op bepaalde nationale Natura 2000-gebieden. Vanuit dit kader dient het geheel aan effecten op alle Natura 2000-gebieden, die mogelijkerwijs in hun natuurlijke kenmerken kunnen worden aangetast, te worden meegenomen. Dit betekent dat voor die soorten waarvoor een Natura 2000-gebied is aangewezen en de gunstige staat van instandhouding zou kunnen worden aangetast door het geplande windpark, alle relevante Natura 2000-gebieden in de toetsing dienen te worden meegenomen. Met andere woorden: indien uit deze PB blijkt dat ook in een buitenlands Natura 2000-gebied natuurlijke kenmerken kunnen worden aangetast, dan dient het Bevoegd Gezag dit in haar overweging voor het vaststellen van het kavelbesluit mee te nemen.

3 Voorgenomen activiteit

3.1 Uitgangspunten voor het windpark

Deze PB heeft betrekking op de uitgifte van kavel III in het windenergiegebied Borssele, zoals weergegeven in figuur 3.1. In de figuur is in geel het windenergiegebied aangegeven en met een “III” het kavel waarvoor deze PB is opgesteld. In kavel III wordt een windpark aangelegd, geëxploiteerd en te zijner tijd weer verwijderd.



Figuur 3.1 Voorgestelde verkaveling en volgorde van uitgifte van de twee kavels Borssele

Aansluiting op het elektriciteitsnet gebeurt door middel van een offshore hoogspanningsstation (offshore high voltage station - OHVS) dat via een tweetal exportkabels naar de kust is aangesloten op het landelijke hoogspanningsnetwerk. De OHVS, exportkabels en netaansluiting worden door TenneT aangelegd en daarvoor wordt een separate milieueffectrapportage doorlopen, inclusief PB. De aansluiting op het elektriciteitsnetwerk valt derhalve buiten de scope van deze PB.

3.2 Bandbreedte benadering

De kavel binnen het windenergiegebied Borssele wordt uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen ge-

bleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. In het kader hieronder staat kort een uitleg van de bandbreedtebenadering en de te beschouwen alternatieven.

Bandbreedte
Door kavels uit te geven waarbinnen verschillende windturbineopstellingen en –types en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan deze PB. Normaliter wordt het voorkeursalternatief onderzocht op mogelijke effecten.

Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een *worst case* benadering: als de *worst case* situatie voor mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle andere opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

Alternatieven
De *worst case* situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, anders zijn. Bij het onderzoek is hiermee rekening gehouden door meerdere *worst case* situaties te onderzoeken en te vergelijken.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen zijn voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee zijn mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd en wordt voorkomen dat alleen een *worst case* situatie in beeld is gebracht. Waar zinvol, is in dit verband ook de mogelijke *best case* situatie onderzocht zodat de range aan mogelijke effecten duidelijk is.

3.3 Voorkeursalternatief (VKA)

Deze PB heeft betrekking op het uiteindelijke voorkeursalternatief (VKA) zoals dat in het MER beschreven wordt (hoofdstuk 13). Het VKA is (mede) tot stand gekomen op basis van de milieuinformatie uit het MER, en bestaat uit een voorkeursbandbreedte in combinatie met mitigerende maatregelen.

De mitigerende maatregelen (zie paragraaf 13.7.2 in het MER) hebben betrekking op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren:

Mitigerende maatregelen m.b.t. vogels en vleermuizen:
- Stilstandsvoorziening bij het constateren van een gestuwde vogeltrek in combinatie met bepaalde weersomstandigheden.
- Verhogen van de cut-in windspeed (moment van gaan draaien van de rotor bij een bepaalde minimale windsnelheid) naar een waarde van 5 m/s in de nacht gedurende de trekperiode van vleermuizen (half augustus tot en met september).

Mitigerende maatregelen m.b.t. onderwaterleven (zeezoogdieren):
- De geluidsproductie tijdens heien wordt begrensd tot een maximale waarde tussen 160 en 172 dB re µPa2s op 750 meter van de heilocatie. Hierbij wordt rekening gehouden met de verschillen in dichtheden van bruinvissen in bepaalde seizoenen en het aantal palen dat geheid wordt. De volgende normering wordt aangehouden (zie voor nadere toelichting het addendum onderdeel zeezoogdieren):

Tabel 3.1 Normstelling onderwatergeluid voor windparken in gebied Borssele

Borssele kavel I – IV	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa2s op 750 m)		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
95	verboden	165	166
76	160	166	167
63	162	167	169

54	163	169	170
48	163	169	171
42	164	170	172
38	165	171	172

Onderstaand is in tabel 3.2 de bandbreedte weergegeven die (in combinatie met de bovengenoemde mitigerende maatregelen) geldt voor het voorkeursalternatief.

Tabel 3.2 Bandbreedte voor kavel III

Onderwerp / variabele	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	4 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	141 – 250 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	116 – 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (*substructures*)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure
Type fundering (*foundation*)	Paalfunderingen, suction buckets, gravity based structures
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaal	1.000 – 3.000 kJ, afhankelijk van bodemcondities en diameter fundering
In geval van heien van fundering, diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Jacket	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
Monopile	1 paal van 4 tot 10 meter
Tripod	3 palen van 2 tot 4 meter
In geval van een fundering zonder heien, afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot maximaal 40 x 40 meter
Suction Bucket	Diameter bucket: 15-20 meter
Elektrische infrastructuur (*inter-array* bekabeling)	33kV of 66kV

In het MER is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke *worst case* en *best case* situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat. De *worst case* situatie kan voor vogels en vleermuizen en voor zeezoogdieren anders zijn. In de PB is de *worst case* situatie als uitgangspunt genomen zodat de maximale effecten zijn bepaald die binnen het voorkeursalternatief (bestaande uit de voorkeursbandbreedte en de vastgestelde mitigerende maatregelen) zich voorkunnen doen. Voor vogels is de *worst case* situatie de opstelling met het grootste aantal turbines (95 x 4 MW). Voor zeezoogdieren zijn in de PB beide uitersten van de bandbreedte voor wat betreft aantal turbines onderzocht, omdat op voorhand niet zeker is welke van beide *worst case* is.

Tabel 3.2 Worst case en best case (vogels en vleermuizen) resp. alternatief 1 en 2 (onderwaterleven) binnen de voorkeursbandbreedte

Milieuaspect	Bandbreedte	
Vogels en vleermuizen	Worst case 95 x 4 MW turbines tiplaagte 25 m, rotordiameter 116 m	Best case 35 x 10 MW turbines tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven	*(alternatief 1)*	*(alternatief 2)*

	95 x 4 MW turbines Hei-energie: 1000kJ 1 turbinelocatie per dag	35 x 10 MW turbines Hei-energie: 3000 kJ 1 turbinelocatie per dag

4 Afbakening

4.1 Verwachte ingreep-effectrelaties per soortgroep

Uit de Handreiking (Prins et al. (2008) en update (Boon 2012)) blijkt dat er op bepaalde soort(groep)en op voorhand geen significante effecten verwacht worden, ongeacht de park- en locatiespecifieke omstandigheden. Deze soorten worden in dit hoofdstuk afgebakend en niet verder meegenomen in de analyse en de toetsing. Voorts zijn er soorten die niet in de Handreiking worden genoemd, maar waar in deze PB toch aandacht aan geschonken wordt. Zo kunnen bijvoorbeeld vleermuizen op de Noordzee voorkomen.

De aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark heeft op verschillende manieren een mogelijk effect op de instandhoudingsdoelstellingen van soorten en habitats van Natura 2000-gebieden. Het gaat hierbij, zoals ook in de Handreiking (Prins et al. 2008, en update) aangegeven, voornamelijk om de effecten van onderwatergeluid tijdens de aanleg- en verwijderingsfase en de aanwezigheid van de parken tijdens de exploitatiefase.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de kenmerken per fase, de mogelijke effecten en de soortgroepen die hierdoor beïnvloed kunnen worden.

Tabel 4.1 Ecologische lokale effecten als gevolg van de voorgenomen ingreep

Fase	Mogelijke effecten	Soortgroepen					
Aanlegfase		Fyto-plank-ton	Bodem-fauna	Vleer-muizen	Vissen & vis-larven	Zee-zoog-dieren	Vo-gels
Aanleg funde-ringen	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
	Geluid / trillin-gen		X		X	X	X
Aanleg kabels	Ruimtebeslag		X		X		
	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
Scheepvaart	Geluid / trillin-gen				X	X	
Exploitatiefase							
Aanwezigheid	Aanvaringsri-sico			X			X
windturbines	Ge-luid/trillingen				X	X	
	Ruimtebeslag					X	X
	Hard substraat		X		X		X
Aanwezigheid kabels	Elektromagne-tische velden		X		X	X	
Scheepvaart tbv onderhoud	Geluid / trillin-gen				X	X	

Fase	Mogelijke effecten	Soortgroepen					
Verbod scheepvaart	Geluid / trillingen				X	X	
	Verbod visserij		X		X	X	X
Verwijderingsfase							
Verwijderen funderingen	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
	Geluid / trillingen				X	X	X
Verwijderen kabels	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
Scheepvaart	Geluid / trillingen				X	X	

X = de soortgroep wordt beïnvloed door het effect, deze invloed kan zowel positief als negatief zijn

Leeswijzer
In de volgende paragrafen wordt in eerste instantie een korte analyse gegeven van de ingreep-effect relaties van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windparken (par. 4.1). Vervolgens wordt een afbakening gemaakt van de relevante soorten die in het kader van deze PB dienen te worden behandeld (par. 4.2 tot en met 4.6). Ook de mogelijke effecten van de aanleg en het gebruik van het windpark op Natura 2000-habitats zijn in de Handreiking beperkt behandeld. Hierbij werden vooral de mogelijke relevante effecten opgemerkt van een verminderde aanvoer van vislarven op de kraamkamer- en opgroeifuncties van habitattypen 1110 en 1140. De relevantie van mogelijke effecten van de aanleg, exploitatie en ontmanteling van windparken op het NCP op habitattypen in Natura 2000-gebieden zal worden behandeld in paragraaf 4.5.

4.1.1 Verwachte effecten op fytoplankton

Naar verwachting hebben de met de ingreep gepaard gaande activiteiten en kenmerken geen significante effecten op fytoplankton in de kustzee en '*off-shore'*. De totale oppervlakte waar verstoring plaatsvindt, is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van het fytoplankton in de Noordzee. Effecten op fytoplankton zijn bovendien van tijdelijke aard. Zeker is dat de effecten op fytoplankton niet zullen leiden tot een effect op een Natura 2000-gebied omdat daarvoor de relatie te indirect is en de afstanden tussen de lokaal optredende effecten en deze gebieden te groot zijn. Er zal in deze PB dan ook niet verder worden ingegaan op fytoplankton.

4.1.2 Verwachte effecten op bodemfauna

Naar verwachting heeft de met de ingreep gepaard gaande bodemberoering geen significante effecten op bodemdieren van de kustzee en 'offshore'. De totale oppervlakte aan verstoorde bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de kustzee. De effecten voor de locaties van de windturbines zijn blijvend, maar voor de rest van het parkoppervlak betreft het een tijdelijk effect. Het onderwaterleven zal na de constructieperiode van het windpark snel terugkeren naar het gebied. Door het ontbreken van visserij tijdens de vergunde periode is het waarschijnlijk dat de bodem zich kan herstellen en ontwikkelen, waardoor er een positief effect op de bodemfauna zal optreden. Zeker is dat de effecten op bodemdieren niet zullen leiden tot een effect op een Natura 2000-gebied omdat daarvoor de afstanden tussen de lokaal optredende effecten en deze gebieden te groot zijn. Er zal in deze PB dan ook niet verder worden ingegaan op de bodemfauna.

4.1.3 Verwachte effecten op vleermuizen

In een artikel van Boshamer en Bekker (2008) wordt gemeld dat er regelmatig vleermuizen gevonden worden op gas- en olieplatforms op het NCP. De waarnemingen (34 exemplaren) zijn verricht tussen 1988 en 2007. De meest waargenomen soort is de ruige dwergvleermuis (26

exemplaren), daarnaast zijn de rosse vleermuis (2x), de noordse vleermuis (2x), de laatvlieger (1x) en de tweekleurige vleermuis (3x) waargenomen. Voor geen van deze soorten zijn beschermde gebieden aangewezen in het kader van de VHR.
De in Nederland voorkomende soorten Ingekorven vleermuis, bechsteins vleermuis, vale vleermuis en meervleermuis zijn opgenomen in bijlage II van de Habitatrichtlijn. Voor soorten van bijlage II die geregeld in ons land voorkomen, moet Nederland beschermde gebieden aanwijzen. In Nederland zijn verschillende mergelgroeves en twee kloosters in Limburg aangewezen voor één of meer van de genoemde soorten. Daarnaast zijn verspreid over het land enkele gebieden aangewezen voor de meervleermuis. Alleen het duingebied Meijendel en Berkheide ligt in de buurt van de Noordzeekust. De instandhoudingsdoelstelling voor de meervleermuis voor dit gebied omvat “het behoud van de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor het behoud van de populatie”. In de toelichting wordt opgemerkt dat de meervleermuis in dit gebied in bunkers overwintert, het betreft momenteel het belangrijkste overwinteringsgebied voor deze soort in Nederland. Voor de soort zijn ook de aanwezige landgoederen van belang, omdat deze fungeren als zomerverblijven.
Meervleermuizen foerageren tot een maximale afstand van ongeveer 30 km (Limpens *et al*, 2006) vanaf hun zomerverblijfplaats en bij voorkeur boven (oevers van) sloten, rivieren en meren (Limpens 2001). De open zee is niet bijzonder geschikt voor meervleermuizen om te foerageren, aangezien de hoge golven de echolocatie van de dieren verstoren. Er zijn echter wel enkele waarnemingen van meervleermuizen bekend op de Waddenzee bij Friesland en bij Bremerhaven (Dld), maar deze dieren foerageerden dicht langs de kust boven ondiepe delen. Kavel III ligt op minimaal 30 kilometer van de kust en de kans dat meervleermuizen tot in het park foerageren is zeer onwaarschijnlijk.

De meervleermuis is een soort die migreert over middellange afstand (tot maximaal +/- 500km.). De winterverblijfplaatsen bevinden zich in Nederland hoofdzakelijk in bunkers op de Veluwe en langs de kust van Zuid-Holland en in mergelgroeves in Zuid-Limburg. Verder zijn de dieren in geringe mate in de winter teruggevonden in België, Duitsland en Noord-Frankrijk. Er zijn geen waarnemingen bekend van overwinterende meervleermuizen in Groot-Brittannië. Ook zijn er nooit meervleermuizen gevonden op gas- en olieplatformen op de Noordzee. Migratie van deze soort over de Noordzee lijkt daarmee uitgesloten.

Ten aanzien van de vleermuissoorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn waarvoor in Nederland Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, geldt dat negatieve effecten als gevolg van de aanleg en exploitatie van het windmolenpark in kavel III van windenergiegebied Borssele op voorhand zijn uit te sluiten. De instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden worden door de ingreep niet aangetast. Vleermuizen zullen derhalve niet verder worden meegenomen in de effectbeoordeling.

4.1.4 Verwachte effecten op vissen

In de Noordzee komen enkele diadrome vissoorten voor waarvoor beschermde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen volgens Annex II van de Habitatrichtlijn. Het gaat hier om zeeprik, rivierprik, elft, fint en zalm. De zeeprik, rivierprik en de fint zijn onder andere beschermd in Natura 2000-gebied Waddenzee. Volgens de Handreiking PB worden er geen significante effecten op (voor Natura 2000-gebieden aangewezen) vissoorten verwacht.
Recent is een publicatie verschenen waaruit blijkt dat vissen van zeer hoge niveaus van met heiklappen overeenkomend pulsgeluid nog geen schade ondervinden (Halvorsen e.a., 2012; Popper et al 2014). Bij vissen zonder zwemblaas werden bij een cumulatieve SEL van 216 dB re 1 µPa2s nog geen effecten gevonden. Vissen met een zwemblaas bleken wat gevoeliger, maar ook deze vissen (meerdere soorten) bleken aan een cumulatieve SEL van ca. 207 dB re 1 µPa2s te kunnen worden blootgesteld zonder schade op te lopen.

Een aantal vissen behoort tot beschermde soorten volgens de Habitatrichtlijn. Het gaat om soorten die migreren tussen zoet en zout water. De kennis over de verspreiding van deze beschermde soorten in de Noordzee is zeer beperkt, echter op basis van deskundigenoordeel wordt niet verwacht dat de windmolenlocaties van wezenlijk belang zijn. Bovendien zijn de be-

langrijkste knelpunten voor de huidige instandhouding van deze beschermde soorten de kwaliteit en beschikbaarheid van zoetwaterhabitats. Mede om die reden worden significante effecten van de aanleg van windparken op deze soorten niet verwacht. Directe effecten op vissen worden dan ook niet meegenomen in deze PB.

4.1.5 Verwachte effecten op vislarven

Door de hoge geluidsdruk bij de heiwerkzaamheden in de aanlegfase is het denkbaar dat vislarven binnen een zekere straal rondom de heipaal zouden sterven, wat na verloop van tijd zou kunnen leiden tot een verminderde aanvoer van larven en juvenielen van belangrijke prooivissen voor beschermde visetende vogels en zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden. Dit zou vervolgens kunnen leiden tot een verminderd broedsucces van in Natura 2000-gebieden beschermde vogels en tot aantasting van de populatiefitness van in Natura 2000-gebieden beschermde zeezoogdieren. In de kernopgaven voor de Waddenzee staat dat het gebied tevens dient als 'kraamkamer' voor vis. Een eventuele verminderde aanvoer van vislarven naar de Waddenzee zou dan ook geïnterpreteerd kunnen worden als een mogelijk risico op aantasting van deze kernopgave.

Op basis van de overwegingen uit de vorige paragraaf zijn in de Passende Beoordelingen van de offshore windparken uit ronde 2 (2009 en later) met behulp van een vislarvenmodel berekeningen uitgevoerd uitgaande van een sterfte van vislarven van 100% binnen een kilometer van de heilocatie (heipaal). Het uitgangspunt van het model van een sterfte van vislarven van 100% binnen een kilometer van de heilocatie (heipaal) was echter niet in onderzoek aangetoond, maar was een *worst case* aanname op basis van aanwijzingen in de literatuur. Op dit moment zijn resultaten van onderzoek beschikbaar gekomen die een ander licht werpen op deze aanname.

In 2012 zijn in het kader van het Shortlist Masterplan Wind (SMW) onderzoeksprogramma nieuwe experimentele gegevens gepubliceerd over het effect van geluid ten gevolge van heiwerkzaamheden op een 'typische' Noordzee heilocatie op larven van tong (Solea solea, Bolle et al. 2012). Hierbij zijn larven van drie verschillende ontwikkelingsstadia van tong (inclusief het stadium met dooierzak en zwemblaas) blootgesteld aan geluidspulsen die representatief waren voor heiwerkzaamheden (tot een geluidniveau van 210 dB re 1uPa2). De overleving van de aan de geluidspulsen blootgestelde tonglarven verschilde niet significant van een controlegroep. Dit betekent dat geen significante effecten aangetoond worden. Statistisch gezien is het mogelijk dat een theoretisch resteffect niet uit te sluiten is van 14% sterfte tot 400 meter en kleiner dan 14% sterfte in de range van 400-1000 meter van de heilocatie. Dit resulteert *worst case* in een vermindering van de effecten op tonglarven van 50% te opzichte van de inschattingen van Prins et al. (2009).

De onderzoekers concludeerden dat hun gegevens niet zonder meer geëxtrapoleerd kunnen worden naar vislarven in zijn algemeenheid en dat effecten van heien op vislarven mogelijk soortafhankelijk zijn. Daarom zijn de experimenten herhaald voor twee andere soorten, zeebaars en haring, zodat een meer representatief beeld verkregen kan worden.

De uitkomsten van het laboratoriumonderzoek naar de larven van zeebaars laten vergelijkbare resultaten zien als het onderzoek naar tonglarven, ook hier zijn geen significante effecten geconstateerd (*Effect of pile-driving sound on the survival of fish larvae*. Progress report 2013): "Het werk aan zeebaarslarven is voltooid, de finale experimenten zijn in 2013 uitgevoerd. Het effect van heigeluid is bestudeerd voor 2 larvale stadia. Vijf behandelingen (3 blootstellings- en 2 controlegroepen) zijn uitgevoerd. Elke behandeling is 10 keer herhaald. Het aantal herhalingen was gebaseerd op de resultaten van de pilot experimenten en de power analyse die uitgevoerd zijn in 2012. De 3 blootstellingen bestonden uit het hoogste geluidsniveau van de SMW experimenten, een 10 dB hoger cumulatief niveau en een 7 dB hoger piek niveau. Er zijn geen significante effecten op overleving waargenomen gedurende de 10-daagse monitoringsperiode. In het geval van tong kon het ontbreken van effecten geweten worden aan de beperkte zwemblaasontwikkeling, maar de zeebaarslarven hadden goed ontwikkelde, relatief grote zwembla-

zen. Deze resultaten bevestigen de eerdere suggestie dat de VS interim criteria te voorzichtig zijn geformuleerd.”. Ook het onderzoek naar haringlarven laat een vergelijkbaar beeld zien: bij de haringlarven konden geen significante effecten aangetoond worden.

De conclusie die uit het vislarvenonderzoek getrokken kan worden is dat er geen reden is om aan te nemen dat vislarvensterfte ten gevolge van onderwatergeluid dat vrijkomt bij het heien van funderingspalen, leidt tot relevante effecten. Ten opzichte van de aannames in eerdere milieueffectrapporten en Passende Beoordelingen voor windparken op zee kan dan ook met zekerheid gesteld worden dat de effecten veel geringer zijn, zodanig zelfs dat geen wezenlijke invloed resteert. In het geval dat nog enige sterfte optreedt in de directe omgeving van de heilocatie zijn de effecten dermate lokaal dat de doorwerking op de aanwas van juveniele vis verwaarloosbaar is.

Hierbij kan nog aangetekend worden dat de effecten bij de eerder aangenomen vislarvensterfte van 100% binnen een kilometer van de heilocatie, al als verwaarloosbaar beschouwd werden voor de vissenpopulaties gezien de grootte van het leefgebied van vissen en de beperkte omvang van eventuele effecten.

Na het bovengenoemde onderzoek blijkt dat de eerdere berekeningen op basis van het model met 100% sterfte binnen een kilometer in de PB voor windmolenparken op zee te conservatief waren. De effecten van de verminderde larvenaanvoer na doorwerking op de meest gevoelige vogelsoorten en zeezoogdieren blijven ruim onder de 1% op populatieniveau. Dit betekent dat ook wanneer de statistisch niet uit te sluiten ‘reststerfte’ op zou treden bij het heien, uitgesloten kan worden dat significante effecten optreden op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. In deze PB wordt daarom verder niet ingegaan op de effecten op vislarven.

4.1.6 Verwachte effecten op zeezoogdieren en vogels

In de volgende paragrafen worden per fase de effecten op zeezoogdieren en vogels en vleermuizen nader besproken. Tevens vindt er een afbakening plaats van aan de ingreep gerelateerde activiteiten of kenmerken die geen effecten hebben op deze soortgroepen.

4.2 Ingreep- effectrelaties per fase

4.2.1 Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase zijn er drie activiteiten die lokaal tot ecologische effecten kunnen leiden. Het betreft de aanleg van de funderingen, de aanleg van kabels en scheepvaart.

Tabel 4.2 ecologische lokale effecten tijdens de aanlegfase

Activiteiten aanlegfase	Effect	Vogels	Zeezoogdieren
Aanleg funderingen	Waterkwaliteit	0	0
	Geluid / trillingen	0	X
Aanleg kabels	Ruimtebeslag	0	0
	Waterkwaliteit	0	0
Scheepvaart	Geluid / trillingen	0	0

0 = gering effect, geen effect op de gunstige staat van instandhouding

x = mogelijk negatief effect

Activiteiten

Scheepvaart
Voor de aanlevering van bouwmaterialen, het op locatie brengen van hei- en hefschepen en het vervoer van arbeiders zal scheepvaart plaatsvinden, wat plaatselijk leidt tot geluid en trillingen. Lokaal kan hierdoor verstoring optreden van vogels, vissen, vislarven en zeezoogdieren. Deze scheepvaart is van tijdelijke aard, namelijk alleen gedurende de aanlegfase van het windpark. Kavel III bevindt zich in intensief bevaren gebied, nabij drukke scheepvaartroutes. De toename van scheepvaart door de voorgenomen ingreep is dan ook verwaarloosbaar voor het leefgebied van vogels, vissen en zeezoogdieren. Hoewel lokaal verstoring kan optreden, worden daarom significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten.

Aanleg kabels
Deze PB is opgesteld in het kader van het kavelbesluit voor windenergiegebied Borssele. De kabels die lopen vanaf het kavel naar de kust zijn de verantwoordelijkheid van TenneT en vallen buiten het kavelbesluit en derhalve ook buiten deze PB. De kabels in het kavel, dus van de windturbines naar een nog te realiseren hoogspanningsstation, maken wel onderdeel uit van deze PB. De aanleg van de kabels leidt tot ruimtebeslag en tijdelijk en plaatselijk tot vertroebeling van het zeewater. Deze effecten zijn zeer gering. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van Natura 2000-gebieden worden uitgesloten.

Aanleg funderingen
Tijdens de aanleg van de funderingen kunnen heiwerkzaamheden plaatsvinden (*worst case*), waardoor geluidsgolven geproduceerd worden die onder water tot op grote afstand voor verstoring kunnen zorgen. Deze verstoring kan zich op verschillende manieren uiten, zoals aangepast gedrag, vluchtgedrag, maar ook als gehoorbeschadiging en fysieke (weefsel)beschadiging (vissen en zeezoogdieren) en zelfs sterfte (vislarven).

Soorten

Zeezoogdieren
Heien kan leiden tot afwijkend (vlucht)gedrag, verwonding en permanente of tijdelijke gehoordrempelverschuivingen van zeezoogdieren. Voor enkele zeezoogdieren (bruinvis, grijze zeehond en gewone zeehond) geldt dat zij binnen Natura 2000-gebieden beschermd zijn (paragraaf 4.4).

Vogels
In de aanlegfase worden significant negatieve directe effecten op vogels uitgesloten. Als gevolg van toegenomen scheepvaart kunnen vogels mogelijk het gebied vermijden tijdens heiwerkzaamheden, waardoor in het ergste geval slechts tijdelijk een zeer beperkt habitatverlies optreedt.
Hiervoor is vermeld dat de voorgenomen activiteit kan leiden tot een verminderde aanvoer van vislarven en vooral visjuvenielen voor kolonievogels in Natura 2000-gebieden. In paragraaf 4.5 worden effecten op vislarven behandeld.

Natura 2000-gebieden
Er zijn twee manieren waarop verstoring door onderwatergeluid effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kan hebben. Enerzijds kan een verstorend geluidsniveau reiken tot in een Natura 2000-gebied, waardoor er een direct effect is op de kwaliteit van het gebied als verblijfplaats voor zeezoogdieren. Anderzijds kan verstoring optreden op individuen die zich binnen de verstoringscontour bevinden en een directe relatie hebben met (instandhoudingsdoelstellingen van) Natura 2000-gebieden. Een voorbeeld is een zeehond die zich op het NCP begeeft om te foerageren, maar die onderdeel is van de populatie in de Waddenzee. In paragraaf 4.4 wordt hier verder op ingegaan.

4.2.2 Exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase zijn er vier kenmerken die lokaal tot ecologische effecten kunnen leiden. Het betreft de aanwezigheid van de funderingen/turbines, de aanwezigheid van kabels, het onderhoud van het park en het verbod op scheepvaart en dus ook visserij.

Tabel 4.3 Ecologische lokale effecten tijdens de exploitatiefase

Activiteiten exploitatiefase	Effect	Vogels	Zeezoogdieren
Aanwezigheid windturbines	Aanvaringsrisico	X	0
	Geluid / trillingen	0	X
	Ruimtebeslag	X	X
	Hard substraat	0	0
Aanwezigheid kabels	Elektromagnetische velden	0	0
Scheepvaart tbv onderhoud	Geluid / trillingen	0	0
Verbod scheepvaart	Geluid / trillingen	0	0
	Verbod Visserij	0	0

0 = gering effect, geen effect op de gunstige staat van instandhouding
x = mogelijk negatief effect

Activiteiten

Scheepvaart ten behoeve van onderhoud
Voor het onderhoud van de windturbines tijdens de exploitatiefase zal scheepvaart plaatsvinden, die plaatselijk leidt tot aanwezigheid van schepen, geluid en trillingen. Het is nu nog niet bekend vanuit welke havens scheepvaart ten behoeve van onderhoud zal plaatsvinden. Dit scheepvaartverkeer is echter niet van dermate grote schaal dat het ten opzichte van het gebruikelijke verkeer in zeehavens tot grote extra drukte zal leiden. Lokaal kan door scheepvaart verstoring optreden voor vogels, en zeezoogdieren. Kavel III bevindt zich in intensief bevaren gebied, nabij drukke scheepvaartroutes. De lokale toename van scheepvaart is verwaarloosbaar ten opzichte van het leefgebied van vogels, vissen en zeezoogdieren. Hoewel lokaal verstoring kan optreden, worden daarom significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten.

Aanwezigheid kabels
De kabels veroorzaken een elektromagnetisch veld dat tot een afstand van maximaal enkele meters een negatief effect kan hebben op de prooidetectie van bepaalde kraakbeenvissen (Gill, 2005). Tijdens experimenten met kraakbeenvissen werden niet geheel consistente resultaten gevonden; sommige vissen leken aangetrokken te worden, anderen werden afgestoten door het elektromagnetische veld. Het effect strekte zich uit tot enkele meters afstand van de experimentele kabel (Gill, 2008). Hierdoor wordt een verwaarloosbaar klein deel van het habitat van deze vissen minder geschikt. Deze effecten zijn bovendien zeer gering en de getroffen vissoorten zijn niet beschermd in Natura 2000-gebieden. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van Natura 2000-gebieden worden dan ook uitgesloten.

Verbod op scheepvaart
Windparken op de Noordzee zijn tot nu toe verboden terrein voor schepen, uitgezonderd bestemmingsverkeer. Dit leidt tot een afname van geluid en trillingen van scheepvaart die normaliter wel in het gebied voor zou kunnen komen. Aangezien het plangebied in druk bevaren gebied ligt, is deze afname in verhouding verwaarloosbaar. Het verbod op scheepvaart houdt ook in dat er gedurende 20 jaar geen visserij meer in het gebied mag plaatsvinden. Hierdoor kan de

zeebodem in het gebied herstellen wat onder andere positieve effecten kan hebben op de bodemfauna. Samen met het ontbreken van visserij kan dit mogelijk een positief lokaal effect hebben op vissen en zeezoogdieren, maar effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden worden hierdoor niet verwacht; daarvoor zijn de effecten naar verwachting niet sterk genoeg. Op dit moment wordt een kader doorvaart en medegebruik uitgewerkt dat kan leiden tot mogelijkheid voor doorvaart voor kleiner schepen (kleiner dan 24 meter lengte) en voor medegebruik in de vorm van bepaalde niet-bodemberoerende visserij.

Aanwezigheid windturbines
Door de aanwezigheid van windturbines is het mogelijk dat vogels in botsing komen met mast of wieken en daardoor komen te overlijden. Dit geldt voor kolonievogels[1] die vanuit Natura 2000-gebieden foerageren en daarbij door het windmolenpark vliegen, maar ook voor trekvogels die jaarlijks vanuit Natura 2000-gebieden naar het zuiden of westen trekken en weer terugkomen. Sommige vogelsoorten hebben een zekere neiging om windparken te ontwijken (Dierschke & Garthe, 2006), waardoor de aanwezigheid van het park kan leiden tot habitatverlies en/of omvlieggedrag (paragraaf 4.3). Tijdens de exploitatie worden er ook geluiden en trillingen geproduceerd door de windturbines, wat een verstorend effect kan hebben op zeezoogdieren (Prins et al, 2008). In paragraaf 4.4 wordt verder op zeezoogdieren ingegaan.

De windturbines en steenstort rondom de palen zorgen voor hard substraat op de anders zandige bodem van het gebied. Hierop kan zich benthische fauna vestigen en er worden schuilplaatsen gecreëerd waar bepaalde vissoorten gebruik van kunnen maken. Enkele vogelsoorten, zoals de aalscholver, kunnen vervolgens gericht foerageren op het 'bewoonde' harde substraat. Deze effecten zijn echter zeer lokaal en zullen niet doorwerken op Natura 2000-gebieden.

4.2.3 Ontmantelingsfase

Over geluidsproductie en andere verstorende effecten tijdens de ontmantelingsfase is nog weinig bekend. De methoden die gebruikt zullen worden voor de ontmanteling zijn evenmin bekend. Tot nog toe zijn geen windparken op zee ontmanteld, waardoor er een gebrek aan informatie met betrekking tot deze activiteit voorhanden is. Algemeen wordt aangenomen dat deze fase leidt tot dezelfde type, maar minder, verstoring als tijdens de aanlegfase (Prins *et al*, 2008).

Tabel 4.4 Ecologische lokale effecten tijdens de ontmantelingsfase

Activiteiten ontmantelingsfase	Effect	Vogels	Zeezoogdieren
Verwijderen funderingen	Waterkwaliteit	0	0
	Geluid / trillingen	0	X
Verwijderen kabels	Waterkwaliteit	0	0
Scheepvaart	Geluid / trillingen	0	X

0 = gering effect, geen effect op de gunstige staat van instandhouding
x = mogelijk negatief effect

4.3 Vogels

In het MER zijn in hoofdstuk 6 de effecten bepaald en beoordeeld van een voorgenomen windpark in kavel III van windenergiegebied Borssele. Hieruit bleek het volgende:

[1] Onder kolonievogels worden verstaan die zeevogels die als broedvogel zijn beschermd in Natura 2000-gebieden; deze vogels kunnen tijdens het foerageren in aanraking komen met het windpark.

- Effecten als gevolg van **aanvaringen** op kolonievogels, broedend binnen Natura 2000-gebieden en die gebruik kunnen maken van kavel III tijdens foerageertochten in het broedseizoen (kleine mantelmeeuw en grote stern), zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten. De onderbouwing hiervan wordt verder uitgewerkt in deze PB voor de verschillende Natura 2000-gebieden.
- Effecten als gevolg van **barrièrewerking, habitatverlies** en i**ndirecte effecten** op bovenstaande kolonievogels zijn wel uit te sluiten. Deze worden dan ook niet verder behandeld in deze PB.
- Effecten als gevolg van **aanvaringen** en **habitatverlies** op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel III, zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten. De onderbouwing hiervan wordt verder uitgewerkt in deze PB voor de verschillende Natura 2000-gebieden.
- Effecten als gevolg van **barrièrewerking** en **indirecte effecten** op bovenstaande niet-broedvogels zijn wel uit te sluiten. Deze worden dan ook niet verder behandeld in deze PB.
- Effecten op enkele soorten vogels op seizoenstrek uit Natura 2000-gebieden, die tijdens de trek door kavel III vliegen, als gevolg van **aanvaringen** zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten. De onderbouwing hiervan wordt verderop uitgewerkt in deze PB.
- Aangezien niet te bepalen is tot welke Natura 2000-populaties trekvogels behoren, worden niet alle gebieden waarvandaan trekvogels afkomstig zouden kunnen zijn besproken, maar worden de soorten enkel generiek beoordeeld.
- Effecten op enkele soorten trekvogels uit Natura 2000-gebieden, die tijdens de seizoenstrek door kavel III vliegen, als gevolg van barrièrewerking, habitatverlies en indirecte effecten zijn uit te sluiten. Deze worden dan ook niet verder behandeld in deze PB.

4.4 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen zowel tijdens de aanlegfase als de exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (alleen tijdens aanleg), habitatverlies en barrièrewerking. Tijdens de aanleg kunnen de effecten van geluid mogelijk aanzienlijk zijn. De verstoring is echter tijdelijk. Tijdens de exploitatiefase is het onderwatergeluid beperkt, maar wel van langdurige aard. De zeezoogdieren waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd in Natura 2000-gebieden en die in het plangebied voorkomen zijn bruinvis, grijze zeehond en gewone zeehond. In deze PB wordt dan ook uitsluitend met deze zeezoogdieren rekening gehouden.

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

4.5 Natura 2000-gebieden

4.5.1 Gebieden i.r.t. effect op vogels

In hoofdstuk 5 wordt de afbakening gegeven van welke broedvogels (kolonievogels) en niet-broedvogels de effecten van de voorgenomen ingreep moeten worden beoordeeld. Voor deze soorten worden ook de relevante Natura 2000-gebieden besproken waarvoor deze soorten zijn aangewezen. Daarnaast worden ook enkele relevante buitenlandse Natura 2000-gebieden meegenomen.

Behandeld worden de van oorsprong ‘Vogelrichtlijngebieden’ die liggen op de Nederlandse Noordzee, te weten **Voordelta**, **Noordzeekustzone** en **Friese Front**. Daarnaast is ook het gebied **Bruine Bank** meegenomen, omdat hiervoor ook het voornemen bestaat om dit gebied aan te wijzen voor vogelsoorten.

Daarnaast worden de Natura 2000-gebieden **Veerse Meer**, **Krammer Volkerrak** (kleine mantelmeeuw) en **Westerschelde & Saeftinghe** (onderdeel van een Deltabreed regiodoel voor Grote Stern) meegenomen omdat deze instandhoudingsdoelstellingen hebben voor broedvogels die mogelijk tot in kavel III foerageren tijdens het broedseizoen.

Verder wordt meegenomen in deze beoordeling, het nabijgelegen Natura 2000-gebied **Vlaamse Banken** in de Belgische Noordzee (habitatrichtlijngebied met drie speciale beschermingszones langs de kust die aangewezen zijn volgens de vogelrichtlijn) en **Banc des Flandres** in de Franse Noordzee.

Als laatste groep worden ook nog enkele buitenlandse Natura 2000-gebieden, die aangewezen zijn voor broedvogels, meegenomen in de beoordeling (**Alde, Ore and Butley Estuary** (UK) en **Duingebieden** (Bel). Andere (buitenlandse) gebieden liggen buiten de directe invloedssfeer van een windpark in kavel III in het windenergiegebied Borssele.

4.5.2 Gebieden i.r.t. effect op zeezoogdieren

Effecten van de aanleg en exploitatie van het windpark Borssele zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwatergeluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

De gebieden die in de beoordeling worden meegenomen zijn de Waddenzee, Voordelta, Vlakte van de Raan, Noordzeekustzone, Oosterschelde en Westerschelde & Saeftinghe.

5 Huidige situatie

5.1 Vogels

Onderstaand wordt voor de verschillende Natura 2000-gebieden een overzicht gegeven van soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen gelden in relevante gebieden (zie paragraaf 4.6). Onderscheid wordt gemaakt in gebieden die zijn of worden aangewezen voor broedvogels (Veerse Meer, Krammer Volkerrak, Westerschelde/Saeftinghe, Alde/Ore/Butley Estuaries en Duingebieden) of niet-broedvogels (Voordelta, Noordzeekustzone, Friese Front, Bruine Bank, Banc des Flandres), of beide groepen (Vlaamse Banken) die mogelijk in windenergiegebied Borssele kunnen komen.

Veerse Meer (NLD)
Op basis van de in de literatuur bekende foerageerrange en recent verspreidingsonderzoek met GPS-loggers in naburige kolonies is niet uit te sluiten dat kleine mantelmeeuwen die broeden in Natura 2000-gebied Veerse Meer tijdens foerageertochten windenergiegebied Borssele kunnen bereiken. Daarom wordt in voorliggende PB het verwachte aantal slachtoffers bepaald en beoordeeld in het licht van de geldende instandhoudingsdoelstelling in dit gebied (tabel 5.1).

Tabel 5.1 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen broedvogelsoorten in Natura 2000-gebied Veerse Meer die tot in windenergiegebied Borssele kunnen geraken tijdens foerageertochten.

Kolonie	instandhoudingsdoelstelling	huidige aantal broedparen
Veerse Meer	590	996 (2010 – 2013)

Krammer Volkerrak (NLD)
Op basis van de in de literatuur bekende foerageerrange zouden broedende kleine mantelmeeuwen uit het Krammer Volkerrak foerageertochten kunnen hebben in windenergiegebied Borssele. Echter uit recent verspreidingsonderzoek met GPS-loggers in deze kolonie (Gyimesi *et al.* 2011) blijkt dat foerageertochten van deze meeuwen niet tot het gebied reiken. De vogels uit deze kolonie foerageerden maar incidenteel op zee en bijna uitsluitend in het binnenland. De flux van meeuwen uit deze kolonie in windenergiegebied Borssele is verwaarloosbaar en daarmee ook de veroorzaakte additionele mortaliteit. Significante effecten voor deze soort in Krammer Volkerrak zijn uitgesloten en daarom wordt dit gebied ook niet verder behandeld in voorliggende PB.

Westerschelde/Saeftinghe (NLD)
Op basis van de in de literatuur bekende foerageerrange en recent verspreidingsonderzoek met GPS-loggers in een naburige kolonie is niet uit te sluiten dat grote sterns die broeden in Natura 2000-gebied Westerschelde/Saeftinghe, om precies te zijn die uit de kolonie op de Hooge Platen, tijdens foerageertochten windenergiegebied Borssele kunnen bereiken. Daarom wordt in voorliggende PB het verwachte aantal slachtoffers bepaald en beoordeeld in het licht van de geldende instandhoudingsdoelstelling (tabel 5.2). Dit instandhoudingsdoel is geformuleerd als Delta-breed regio doel voor de kolonies in het Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde en Westerschelde.

Tabel 5.2 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen broedvogelsoorten in Natura 2000-gebied Westerschelde/Saeftinghe die tot in windenergiegebied Borssele kunnen geraken tijdens foerageertochten.

Kolonie	instandhoudings-doelstelling	huidige aantal broedparen
Hooge Platen	6200 (regiodoel voor gehele delta)	2220 (2010-2014)

Alde, Ore and Butley Estuaries (UK)
Op basis van de in de literatuur bekende foerageerrange en recent verspreidingsonderzoek met GPS-loggers in deze kolonie is niet uit te sluiten dat kleine mantelmeeuwen die broeden in Natura 2000-gebied Alde, Ore and Butley Estuaries tijdens foerageertochten windenergiegebied Borssele kunnen bereiken. Daarom wordt in voorliggende PB het verwachte aantal slachtoffers bepaald en beoordeeld in het licht van de geldende instandhoudingsdoelstelling in dit gebied (tabel 5.3).

Tabel 5.3 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen broedvogelsoorten in Natura 2000-gebied Alde, Ore and Butley Estuaries die tot in windenergiegebied Borssele kunnen geraken tijdens foerageertochten.

Kolonie	instandhoudings-doelstelling	huidige aantal broedparen
Orford Ness	4070	1122 (2011-2012)

SBZ-V "Kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist" in Natura 2000-gebied "Duingebieden" (BEL)
Op basis van de in de literatuur bekende foerageerrange en recent verspreidingsonderzoek met GPS-loggers in een naburige kolonie is niet uit te sluiten dat grote sterns die broeden in de Speciale Beschermingszone-Vogelrichtlijn (SBZ-V) "Kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist" in Natura 2000-gebied "Duingebieden", tijdens foerageertochten windenergiegebied Borssele kunnen bereiken. Daarom wordt in voorliggende PB het verwachte aantal slachtoffers bepaald en beoordeeld in het licht van de geldende instandhoudingsdoelstelling. Dit instandhoudings-doel is niet kwantitatief vastgesteld. Echter als wetenschappelijk advies wordt behoud van een populatie van 4067 broedparen (in 2004) of 2300 broedparen (in 2010) aangehouden (Paelinckx, *et al*. 2009, Degraer *et al.* 2010).

Tabel 5.4 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen broedvogelsoorten in Natura 2000-gebied Duin-gebieden die tot in windenergiegebied Borssele kunnen geraken tijdens foerageertochten.

Kolonie	instandhoudings-doelstelling	huidige aantal broedparen
Zeebrugge	2300	41 (2010 – 2014)

Voordelta (NLD)
Het meest nabij gelegen Natura 2000-gebied bij windenergiegebied Borssele is de Voordelta. In dit gebied zijn diverse vogelsoorten aangewezen als niet-broedvogel met instandhoudingsdoel-stellingen gericht op het behoud van bepaalde populaties. In totaal 30 soorten zijn aangewezen en 26 daarvan hebben kwantitatieve doelstellingen (tabel 5.5).

Tabel 5.5 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen vogelsoorten als niet-broedvogel in Natura 2000-gebied Voordelta.

roodkeelduiker (behoud)	pijlstaart (250)	zilverplevier (210)
fuut (280 ind.)	slobeend (90)	drieteenstrandloper (350)
kuifduiker (6)	topper (80)	bonte strandloper (620)
aalscholver (480)	eider (2500)	rosse grutto (190)
lepelaar (10)	zwarte zee-eend (9700)	wulp (980)
grauwe gans (70)	brilduiker (330)	tureluur (460)
bergeend (360)	middelste zaagbek (120)	steenloper (70)
smient (380)	scholekster (2500)	dwergmeeuw (behoud)
krakeend (90)	kluut (150)	grote stern (behoud)
wintertaling (210)	bontbekplevier (70)	visdief (behoud)

Noordzeekustzone (NLD)
Ten noorden van windenergiegebied Borssele ligt het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. In dit gebied zijn 3 vogelsoorten aangewezen als broedvogel en 17 soorten als niet-broedvogel met instandhoudingsdoelstellingen gericht op het behoud van bepaalde populaties (tabel 5.6).

Tabel 5.6 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen vogelsoorten in Natura 2000-gebied Noordzee-kustzone.

Broedvogels		
bontbekplevier (behoud 20p)	strandplevier (verbeter tot 30p)	dwergstern (verbeter tot 20p)
niet-broedvogels		
roodkeelduiker (behoud)	zwarte zee-eend (51900)	bonte strandloper (7400)
parelduiker (behoud)	scholekster (3300)	rosse grutto (1800)
aalscholver (1900)	kluut (120)	wulp (640)
bergeend (520)	bontbekplevier (510)	steenloper (160)
topper (behoud)	zilverplevier (3200)	dwergmeeuw (behoud)
eider (26200)	drieteenstrandloper (2000)	

Friese Front (NLD)
Het Friese Front is volgens het concept-aanwijsbesluit aangewezen voor zeekoet met als instandhoudingsdoelstelling behoud van leefgebied en behoud van populatie zonder dat aan dat laatste een nominaal doel is verbonden. Door Jak et al. (2009) is de suggestie van gemiddeld 20.000 individuen in juli/augustus gedaan als instandhoudingsdoelsteling. Een *worst case* benadering is de aanname dat er mogelijk sprake is van externe werking en dat de gehele sterfte als gevolg van een windpark in windenergiegebied Borssele moet worden toegeschreven aan dit Natura 2000-gebied. In de effectbeoordeling is ook uitgegaan van een instandhoudingsdoel van 20.000 individuen, echter dit doel is nog niet definitief vastgesteld. In de voorliggende PB wordt daarom de beoordeling gebaseerd op de vraag welk deel van de PBR ((Potential Biological Removal, het aantal individuen dat uit een populatie kan worden weggenomen zonder dat deze populatie uitsterft)) de sterfte door kavel III en in cumulatie vormt, en of in dat kader significante effecten kunnen optreden.

Bruine Bank (NLD)
Het voorgestelde Natura 2000-gebied Bruine Bank ligt relatief dicht bij het windenergiegebied Borssele. De kans dat sterfte als gevolg van een windpark in dit windenergiegebied invloed heeft op soorten vogels op de Bruine Bank is groter dan bijvoorbeeld voor het Friese Front. Een aanwijsbesluit en instandhoudingsdoelstellingen zijn voor dit gebied nog niet geformuleerd, maar door Bos & van Bemmelen (2012) is dit gebied wel aangemerkt als een deel van de Nederlandse Noordzee met uitzonderlijke vogelwaarden van de soorten alk en zeekoet. Sterfte in windenergiegebied Borssele kan potentieel middels externe werking effecten hebben op vogels in dit gebied. Op dit moment zijn echter verder geen uitspraken hierover te doen, aangezien instandhoudingsdoelen ontbreken. In de voorliggende PB wordt daarom de beoordeling gebaseerd op de vraag welk deel van de PBR de sterfte door kavel III en in cumulatie vormt, en of in dat kader significante effecten kunnen optreden.

Vlaamse Banken (BEL)
Drie speciale beschermingszones van het Habitatrichtlijngebied Vlaamse Banken zijn op grond van de Vogelrichtlijn aangewezen voor diverse soorten (tabel 5.7), echter kwantitatieve instandhoudingsdoelstellingen zijn niet geformuleerd. Wel is in België in 2010 wel een juridisch advies verschenen met daarin gesuggereerde instandhoudingsdoelstellingen voor het gehele Belgisch Deel van de Noordzee (Degraer *et al.* 2010). In de voorliggende PB wordt de beoordeling gebaseerd op de vraag welk deel van de PBR de sterfte door kavel III en in cumulatie vormt, en of in dat kader significante effecten kunnen optreden.

Tabel 5.7Aangewezen vogelsoorten in Natura 2000-gebied Vlaamse Banken met daarachter de instandhoudingsdoelstellingen voor het gehele Belgische deel van de Noordzee.

Broedvogels		
kleine mantelmeeuw (1920 p)	dwergstern (200 p)	grote stern (2300 p)
Overwinteraars		
parelduiker (geen kwant. doel)	zwarte zee-eend (4500 ind)	
roodkeelduiker (800 ind)	fuut (1200 ind)	
grote mantelmeeuw (4100 ind)	zeekoet (geen kwant. doel)	
Concentraties		
dwergmeeuw (1700 ind)	visdief (6600 ind)	grote stern (6900 ind)

Banc des Flandres (FRA)

Ten zuiden van windenergiegebied Borssele, in het Kanaal, ligt Banc des Flandres. Dit Natura 2000-gebied is aangewezen voor diverse soorten vogels die het gebied als overwinteringsgebied, doortrekgebied en broedgebied gebruiken (tabel 5.8). Kwantitatieve instandhoudingsdoelstellingen zijn niet geformuleerd voor dit gebied; bij aanmelding van het gebied zijn slechts indicatieve aantallen opgegeven. In de voorliggende PB wordt daarom de beoordeling gebaseerd op de vraag welk deel van de PBR de sterfte door kavel III en in cumulatie vormt, en of in dat kader significante effecten kunnen optreden.

Tabel 5.8 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen vogelsoorten in Natura 2000-gebied Banc des Flandres.

Broedvogels		
dwergsterns (350 ind.)		
Overwinteraars		
alk (500-1000 ind.)	parelduiker (100 – 250)	jan-van-gent (2000 – 4000)
noordse stormvogel (100 – 200)	fuut (1000 – 3000)	zeekoet (3000 – 5000).
roodkeelduiker (200 – 400)	drieteenmeeuw (500 – 2500)	
concentraties tijdens trektijd		
alk (500-1000 ind)	zwarte zee-eend (500 – 2000)	middelste jager (100 – 500)
rotgans (5000 – 10000)	middelste zaagbek (100 – 300)	grote jager (150 – 750)
zwarte stern (100 - 1000)	vaal stormvogeltje (50 – 150)	dwergstern (900 – 1700)
noordse stormvogel (500 – 1000)	fuut (700 - 1500)	visdief (6000)
roodkeelduiker (1000 – 2000)	roodhalsfuut (20 – 50)	noordse stern (geen aantallen)
zwartkopmeeuw (200 - 240)	drieteenmeeuw (5000 – 15000)	grote stern (5000)
dwergmeeuw (8000)	eider (500 – 1500)	jan-van-gent (10000 – 20000)
grote zee-eend (50 – 100)	kleine jager (300 – 900)	zeekoet (3000 – 5000).

5.2 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren die voorkomen binnen Natura 2000-gebieden (soorten van appendix I van de Habitatrichtlijn) en die kunnen voorkomen binnen de invloedssfeer van het windpark Borssele zijn bruinvis en gewone en grijze zeehond (zie paragraaf 4.5.2). In Bijlage 3 van het MER is achtergrondinformatie opgenomen over verspreiding van en aantallen bruinvissen en zeehonden. De nu volgende paragrafen behandelen de hoofdlijnen uit deze bijlage, voor zover die van belang zijn voor het begrip van effecten op populaties van deze soorten. Tabel 5.2 geeft een overzicht van de relevante Natura 2000-gebieden waar deze soorten voorkomen, inclusief de instandhoudingsdoelstellingen per soort per gebied.

In tabel 5.9 zijn voor de bruinvis, gewone en grijze zeehond de instandhoudingsdoelstellingen en staat van instandhouding gegeven. Voor de gewone zeehond zijn in de aanwijzingsbesluiten van de Voordelta, Oosterschelde en Westerschelde & Saeftinghe concrete instandhoudingsdoelstellingen opgenomen, namelijk een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied (toename rustige plaatsen) voor een regionale populatie van 200 exemplaren. Voor de andere twee gebieden geldt een behoudsdoelstelling. Voor de grijze zeehond zijn in de Waddenzee, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld. In alle gevallen gaat het om een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit van het leefgebied.

De bruinvis heeft een matig ongunstige staat van instandhouding. De gunstige staat van instandhouding is 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.” In de Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan is als instandhoudingsdoel aangegeven: ‘behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud van populatie’.

Tabel 5.9 Zeezoogdieren en Natura 2000-gebieden met bijbehorende instandhoudingsdoelen en de staat van instandhouding waar in het kader van deze PB rekening mee gehouden wordt.

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
Bruinvis	Noordzeekustzone	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
Gewone zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie	gunstig
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gunstig
	Voordelta	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied
	Oosterschelde	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
	Westerschelde & Saeftinghe	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
Grijze zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Voordelta	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied

5.2.1 Bruinvis

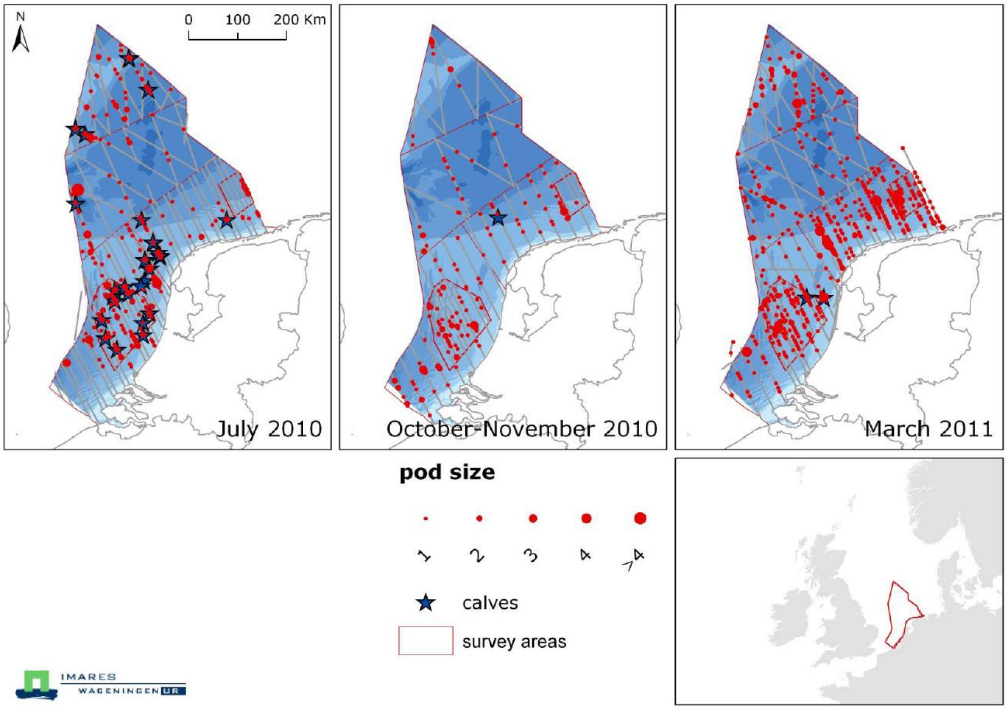
De bruinvis komt voor in de Atlantische kustzones van Europa, Noordwest-Afrika en Canada, de Pacifische kusten van Canada en Siberië en in de Zwarte Zee. De bruinvis verblijft in zee en in ondiepe kustwateren. Er zijn waarnemingen gedaan in de Oosterschelde (Camphuysen 1994, 2004). In de Noordzee komen momenteel tussen de 267.000 en 465.000 bruinvissen voor (Hammond e.a., 1995; Hammond e.a., 2002). Op Europees niveau zijn twee tellingen internationaal gecoördineerd en uitgevoerd, de zogenaamde SCANS-surveys (*Small Cetaceans Abundance in the North Sea*). SCANS-II komt uit op circa 250.000 exemplaren voor de Noordzee. De populatie waar de bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee deel van uitmaken (*management unit South Western North Sea and Eastern Channel*) is waarschijnlijk kleiner dan 180.000 dieren (Geelhoed e.a., 2011).

Recente berekeningen op basis van gecorrigeerde vliegtuigtellingen voor het NCP komen uit op circa 0.44 dieren/km² in juli, 0.51 in oktober/november en 1.44 in maart. Deze dichtheden komen overeen met totale aantallen bruinvissen van circa 26.000 in juli (95%-betrouwbaarheidsinterval: 14.000-54.000), circa 30.000 in oktober/november (16.000-59.000) en circa 86.000 in maart (49.000-165.000) in het gehele NCP (Geelhoed e.a., 2011).

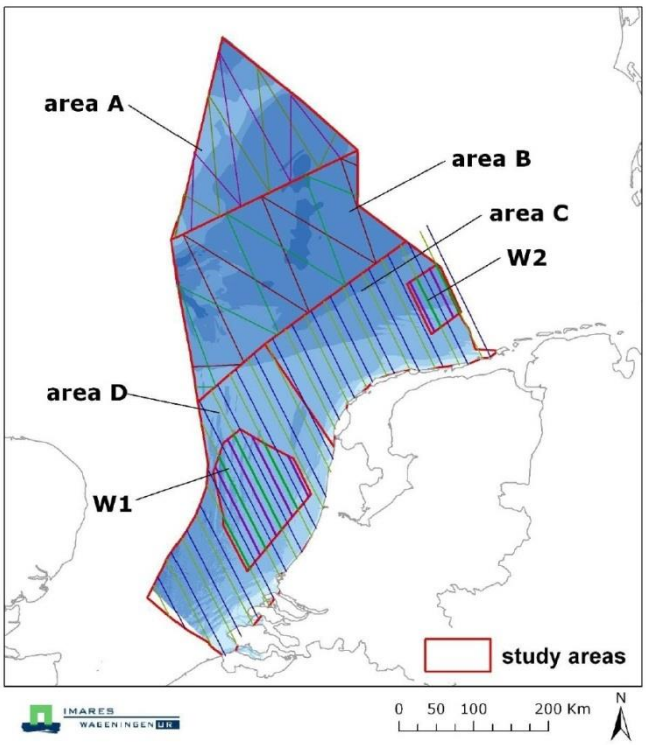
Bruinvissen in plangebied Windpark Borssele

In Geelhoed et al. (2011) worden studies van 2008-2011 met elkaar vergeleken, waarbij op een zelfde manier dichtheden en aantallen zijn bepaald. Daaruit blijkt dat er tussen de jaren verschillen zijn in dichtheden in verschillende gebieden (tabel 8 in Geelhoed et al. 2011). Schattingen van de totalen in een groter gebied liggen 2010 en 2011 in dezelfde orde van grootte (resp. 66.238 en 75.682 bruinvissen). Ook in 2012 en 2013 is op het NCP geteld vanuit vliegtuigen (Geelhoed et al, 2014). Vergelijkbare aantallen bruinvissen zijn geteld en de aanwezigheid per deelgebied laat geen consistente trend zien.

Het plangebied ligt in het gebied waar in maart, juli en oktober relatief lage dichtheden voorkomen. De volgende figuur geeft een overzicht van de waargenomen bruinvissen tijdens vliegtuigtellingen in 2010 en 2011 (figuur 6 uit Geelhoed et al. 2011).



Figuur 5.1 Totale onderzoeksinspanning bij goede of gemiddelde zicht omstandigheden bij tenminste een kant van het vliegtuig (op en naast trackline) met alle waarnemingen van bruinvissen (inclusief navigator waarnemingen). Sterren geven waarnemingen met kalfjes weer. (uit Geelhoed ea., 2011)



Figuur 5.2 Deelgebieden bruinvistellingen (Geelhoed, 2011)

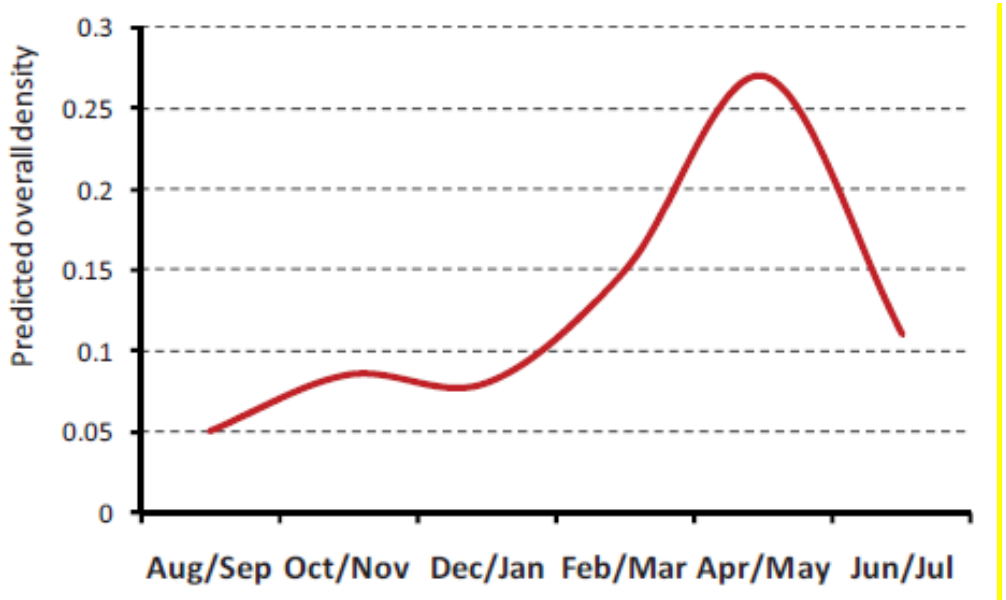
Tabel 5.10 geeft een samenvatting van de geschatte dichtheden en aantallen in het deelgebied waarbinnen het plangebied valt. Dit betreft gebied ‘D’, zoals weergegeven in figuur 5.2.

Tabel 5.10 Schattingen dichtheid en aantallen bruinvissen, binnen deelgebied D (waar het plangebied binnen valt) en gemiddeld voor het NCP (informatie uit Geelhoed et al. 2011 en aangevuld met gegevens uit Geelhoed et al. 2014).

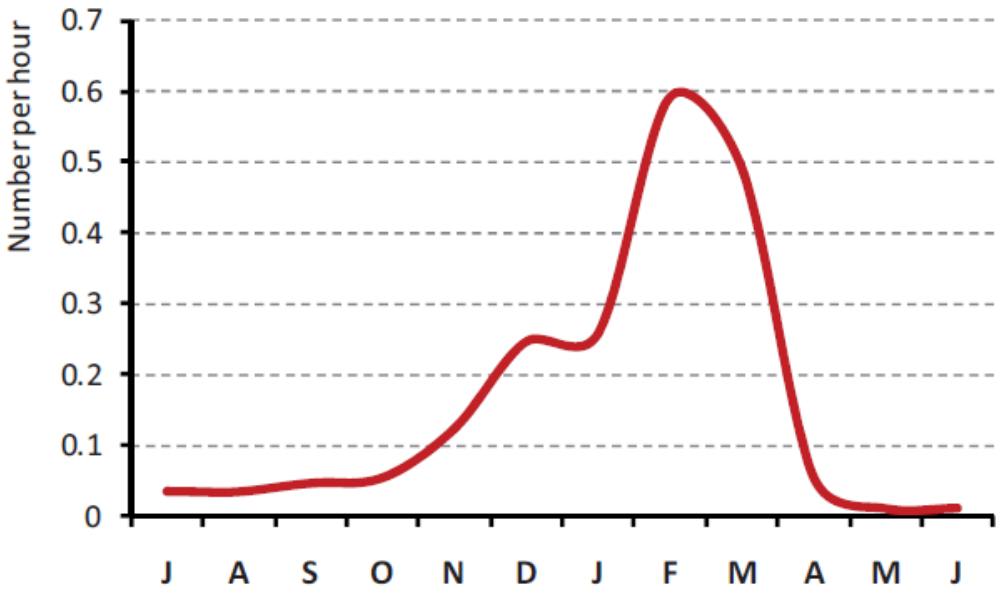
Periode	Dichtheid (aantal dieren/km2) D (gebied incl. plan-gebied)	Dichtheid (aantal dieren/km2 NCP	Aantal dieren D (plangebied)	Aantal dieren NCP
Juli 2010	0,484 (0,208-1,056)	0,438 (0,236-0,903)	10.098 (4341-22024)	25.998 (13.988-53.623)
Okt/nov 2010	0,398 (0.212 - 0.733)	0,505 (0,271-0,994)	8.304 (4.431 – 15.296)	29.963 (16.098-59.011)
Maart 2011	1,174 (0.658 - 2.389)	1,441 (0,803-2,786)	24.501 (13.726 – 49.833)	85.572 (49.324-165.443)
Maart 2012	1,42 (0,77 – 2,91)	1,12 (0,63-2,20)	29.696 (15.992 – 60.810)	66.685 (37.284-130.549)
Maart/apr 2013	1,32 (0,66 – 2,83)	1,07 (0,55-2,17)	27.602 (13.815 – 58.987)	63.408 (32.478-128.588)

Seizoensvariatie

Bruinvissen worden het hele jaar door waargenomen vanaf zeetrekposten langs de kust, maar met duidelijke verschillen tussen maanden. In mei en juni worden ze het minst waargenomen. Van juli-november neemt het aantal waarnemingen toe en de meeste waarnemingen worden gedaan in februari en maart. In april nemen de waarnemingen sterk af (Camphuysen, 2011). Figuur 5.3 geeft de seizoenspatronen in het voorkomen van bruinvissen weer die gevonden zijn tijdens zeevogelstudies in de periode 1990-2010 (Camphuysen C.J. & M.L. Siemensma, 2011). Figuur 5.4 geeft de fluctuaties over de seizoenen weer uitgedrukt in waargenomen dieren per uur observatie vanaf de kust (gebied Scheveningen – Huisduinen, periode 1990-2010).



Figuur 5.3 Seasonal pattern in abundance Harbour Porpoises during seabird surveys, 1990-2010; redrawn from Arts 2010).



Figuur 5.4 Seasonal pattern in numbers of Harbour Porpoises per hour of observation during seawatching (n/h), mainland coast observatories only (Scheveningen – Huisduinen, 1990-2010; from Camphuysen 2011).

Het seizoenspatroon dat in de tellingen vanuit vliegtuigen is waargenomen, wijkt wat af van die langs de kust. Bij de vliegtuigtellingen (figuur 5.3) zijn het hele jaar door bruinvissen waargenomen, met lage dichtheden in herfst en winter (aug/sept tot dec/jan), een toename in februari/maart en een piek in de late lente (april/mei). In 2010 en 2011 zijn vliegtuigtellingen uitgevoerd om beter inzicht te krijgen in seizoensgebonden voorkomen van de verspreiding van bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee. Met deze tellingen zijn schattingen gemaakt van de gemiddelde dichtheid en totale aantallen bruinvissen in het Nederlands deel (Geelhoed et al., 2011). In juli komen de gemiddelde dichtheden uit op circa 0.44 dieren/km² in juli, 0.51 in oktober/november en 1.44 in maart. Deze dichtheden komen overeen met totale aantallen bruinvissen van circa 26.000 (95%- betrouwbaarheidsinterval: 14.000-54.000 in juli), circa 30.000 (16.000-59.000) in oktober/ november en circa 86.000(49.000-165.000) in maart in het gehele NCP. Het NCP herbergt minimaal minstens 14% (juli) en maximaal tenminste 48% (maart) van de populatie waartoe de Nederlandse dieren behoren (Geelhoed e.a., 2011).

In maart 2011 werden in grote delen van het NCP hoge dichtheden gevonden, behalve bij Zeeland en de nabije kustzone van Noord- en Zuid-Holland. In juli werden hoge dichtheden gevonden rond de Bruine Bank, Botney Cut/Doggersbank en de Borkumse stenen. In oktober zijn de bruinvissen gelijkmatiger verspreid (Geelhoed et al. 2011).

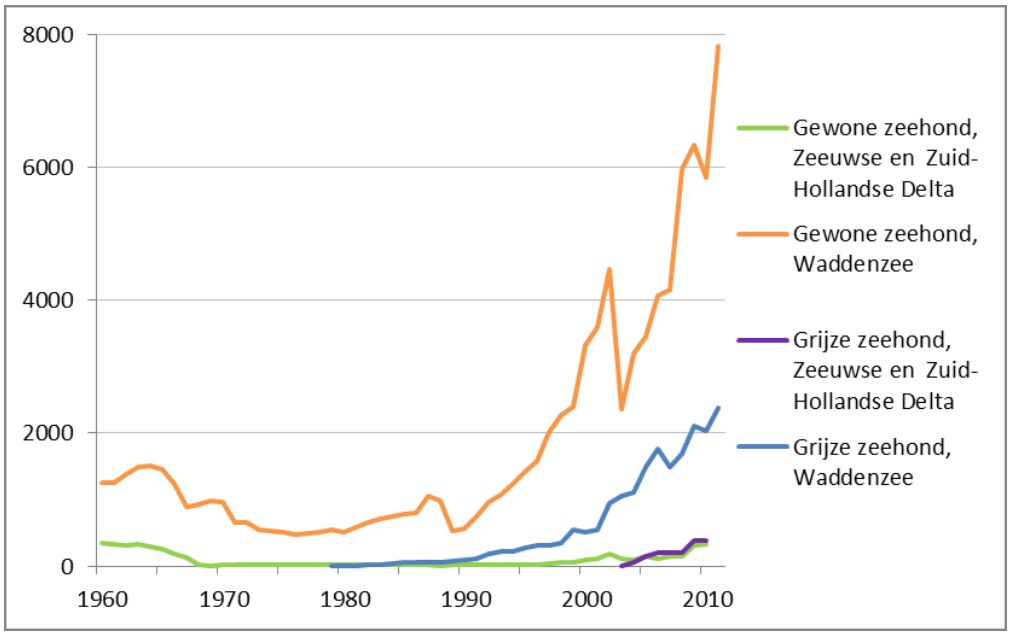
In Geelhoed et al. (2011) worden studies van 2008-2011 met elkaar vergeleken, waarbij op een zelfde manier dichtheden en aantallen zijn bepaald. Daaruit blijkt dat er tussen de jaren verschillen zijn in dichtheden in verschillende gebieden (tabel 8 in Geelhoed et al. 2011). Schattingen van de totalen in een groter gebied liggen 2010 en 2011 in dezelfde orde van grootte (resp. 66.238 en 75.682 bruinvissen). Ook in 2012 en 2013 is op het Nederlands Continentaal Plat geteld vanuit vliegtuigen (Geelhoed et al, 2014). Vergelijkbare aantallen bruinvissen zijn geteld en de aanwezigheid per deelgebied laat geen consistente trend zien.

5.2.2 Zeehonden

In Nederlandse wateren komen twee soorten zeehonden voor, gewone zeehonden (Phoca vitulina) en grijze zeehonden (Halichoerus grypus). Zowel de gewone als de grijze zeehond worden genoemd in bijlage 2 en 4 van de Habitatrichtlijn.

Sinds de jaren 1980 zijn de aantallen van beide soorten in Nederlandse wateren exponentieel gegroeid, met uitzondering van de jaren 1988 en 2002 waarin een virusepidemie was uitgebro-

ken. Figuur 5.4 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta.



Figuur 5.4 Aantallen zeehonden in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta gebaseerd op jaarlijkse tellingen van grijze en gewone zeehonden in de Waddenzee en in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta (Bron: Wageningen IMARES (WUR) en RWS/Provincie Zeeland, 2011).

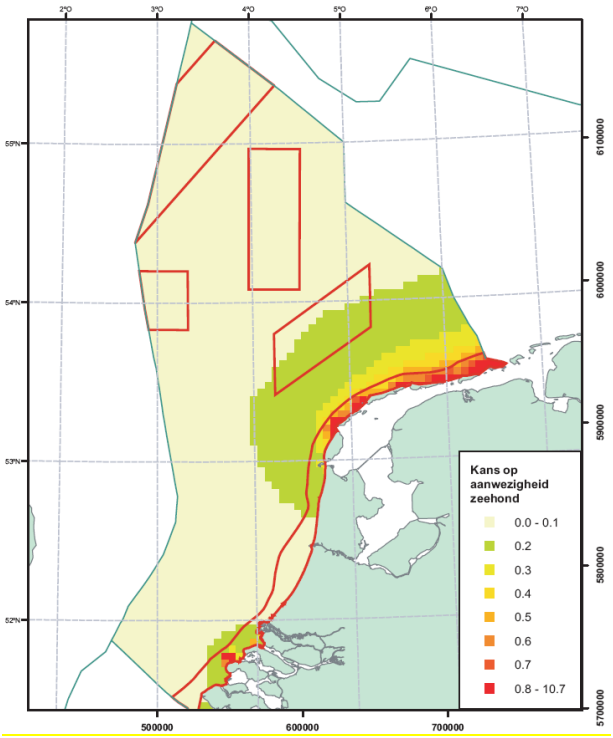
Het Waddengebied is het belangrijkste gebied voor gewone en grijze zeehonden in Nederland. Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en aantallen zijn toegenomen. In 2011 zijn er met vliegtuigtellingen 2388 geteld. Vliegtuigtellingen van gewone zeehonden geven aantallen van 2300 dieren net na de virusuitbraak in 2002, tot 6800 in 2012 (Galatius et al., 2012).

Historisch gezien was het Deltagebied ook een belangrijk gebied voor zeehonden. Ongeveer 1/3 van alle gewone zeehonden kwamen daar voor. Echter na eeuwen van intensieve jacht waren ze er vrijwel verdwenen. Vrij recent zijn aantallen zeehonden in het Deltagebied weer toegenomen. Vergeleken met de aantallen in het Waddengebied zijn de aantallen een stuk lager; rond de 250 gewone zeehonden in 2011 en 677 grijze zeehonden in 2011 (Haelters et al., 2012b).

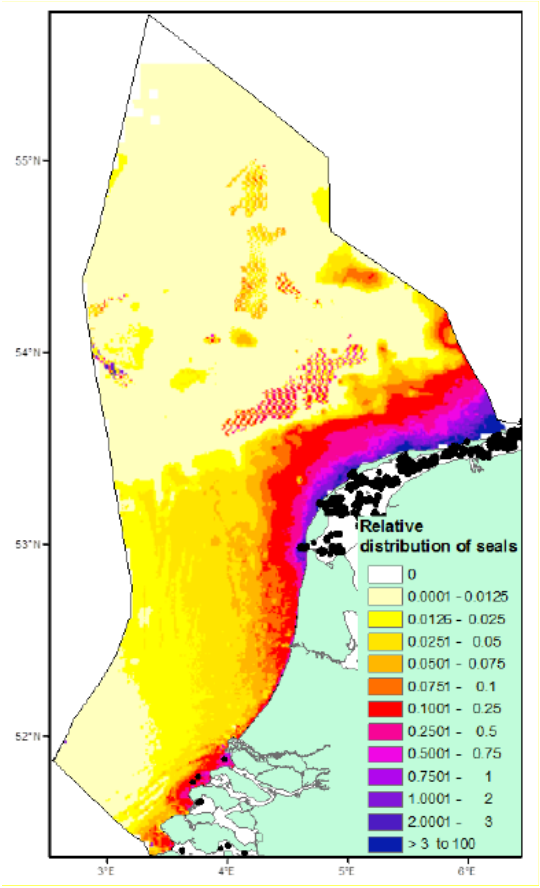
In het Deltagebied worden slechts zeer weinig pups geboren. Daarnaast is de mortaliteit er hoog. De groei van de populaties is te verklaren door import vanuit andere gebieden, zoals het Waddengebied of Engelse kolonies.

Gewone zeehond
De gewone zeehond brengt de meeste tijd door in zee, om te foerageren, te paren, te migreren en soms zelfs om te slapen. Hij leeft vooral van aan de bodem gebonden vissen, waaronder veel soorten platvis. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharen (zomer) en om te rusten gebruikt het dier droogvallende platen. 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. In Lindeboom et al. (2005) werd een eerste verspreidingsmodel toegelicht, zoals opgesteld met behulp van de gegevens uit Brasseur et al. (2004; zie figuur 5.4 afkomstig uit Lindeboom et al. 2005). Hieruit blijkt dat de potentiële habitat van de gewone zeehond het gehele NCP bestrijkt, maar omdat de dieren samenkomen op de zandbanken in de Waddenzee en het Deltagebied, is de waarschijn-

lijke concentratie zeehonden in die kustgebieden hoog en op open zee ver hier vandaan veel lager. Figuur 5.5 geeft een recentere versie van een model dat gebaseerd is op gebiedskenmerken en vliegtuigtellingen (Brasseur 2012).



Figuur 5.5 Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom et al, 2005)



Figuur 5.6 Gemodelleerde voorspelling van zeehondendichtheid op basis van verschillende omgevingskenmerken in combinatie met vliegtuigtellingen (zwarte stippen zijn Haul out sites)[2].

Vooral van december tot en met februari worden gewone 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. De Hollandse kustwateren kunnen door zeehonden worden gebruikt als foerageergebied en/of migratieroute tussen de Waddenzee en de Voordelta. In de maanden dat ze jongen krijgen en verharen zullen ze met name in de buurt van de rustplaatsen verblijven.

Grijze zeehonden
De dieren maken regelmatig gebruik van droogvallende platen. Meestal verblijven ze echter in de kustzee waar ze foerageren op vis. Op grond van analyse van uitwerpselen is gevonden dat grijze zeehonden in de kustzone met name verschillende demersale vissoorten eten, met name tong in de lente en bot in de herfst (Brasseur et al. 2008).

Voor de voortplanting (november-februari) en verharing (maart-april) is het dier afhankelijk van permanent droogliggende platen, stranden en duinen. De jongen kunnen na de geboorte niet meteen zwemmen. Grijze zeehonden worden vooral in de zomer (juli-augustus) en winter (december-februari) langs de kust gezien.

Ook aan grijze zeehonden is onderzoek uitgevoerd met zenders. Tussen 2005 en 2008 zijn in totaal 29 grijze zeehonden voorzien van een zender. Deze gegevens laten zien dat grijze zeehonden in de hele Nederlandse kustzone voorkomen, maar ook heel lange afstanden kunnen afleggen.

[2] Uit: Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms, Sophie Brasseur et al, Rapport: OWEZ R 252 T1 20120130, 30-01-2012

6 Effectanalyse

6.1 Vogels

In tabel 6.1 wordt een overzicht gegeven van de soorten die bescherming genieten in één of meer Nederlandse Natura 2000-gebieden die op zee, in de kustzone, in het intergetijdengebied, of op land liggen en die als niet-broedvogel of trekvogel te verwachten zijn in kavel III in windenergiegebied Borssele. Het gaat hierbij om in totaal 45 soorten. Daarnaast zijn in het buitenland aanvullend nog 12 extra zee- en kustvogels aangewezen (tabel 6.2).

Binnen het traject voor de beoordeling van effecten van windparken in kavels in windenergiegebied Borssele wordt als leidraad aangehouden dat het "*... te ver zou voeren om de (gecumuleerde) effecten van de berekende extra sterfte aan aanvaringsslachtoffers onder soorten door te gaan berekenen op elk van de Natura 2000-gebieden en hun (kwantitatieve) doelstellingen*", en wordt de suggestie gedaan om uitsluitend "*... in die gevallen dat de (gecumuleerd) berekende sterfte op NW-Europese (of Nederlandse) schaal aan gaat tikken, een naar rato doorberekening naar elk van de Natura 2000-gebieden waarvoor de betreffende soort is aangewezen op zijn plaats is*". (zie Kader Ecologie en Cumulatie – Rijkswaterstaat, 2015) Dit is in zoverre anders dat in eerdere PB's voor offshore windparken wel naar de cumulatieve instandhoudingsdoelen van de potentiele Natura 2000-populatie werd gekeken. Echter deze visie is achterhaald.

Tijdens overleggen in 2014 tussen experts van Pondera Consult, Grontmij Nederland, Rijkswaterstaat Zee en Delta, en Bureau Waardenburg is besloten om in voorkomende gevallen te kijken naar de verhouding tussen aantallen aanvaringsslachtoffers en de soortspecifieke PBR, in lijn met de methodiek zoals gevolgd binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat. 2015). Indien de aantallen slachtoffers door een windpark in kavel III en in cumulatie (Leopold *et al.* 2015) niet meer bedragen dan de PBR van een soort dan worden deze verder niet behandeld in deze beoordeling.

Tabel 6.1 Maximale sterfte als gevolg van aanvaringen en habitatverlies door kavel III onder soorten zeevogels, kustvogels en landvogels die in Nederland bescherming genieten via de Nbwet 1998

	Maximale sterfte als gevolg van:		gevoelig voor habitatverlies (1 = ja, 0 = nee)	PBR	Significant?
Zeevogels	Aanvaringen	Habitatverlies			
zeekoet	0	1^	1	26.641	nee$
alk*	0	1^	1	7.129	nee$
dwergmeeuw	3	1	0	3.971	nee$
kustvogels					
eider**	6	0	1	22.082	nee$
zwarte zee-eend	0	0	1	27.730	nee
roodkeelduiker	0	0	1	1.378	nee
parelduiker	0	0	1	179	nee
fuut	0	0	0	10.705	nee
aalscholver	0	0	0	4.919	nee

	Maximale sterfte als gevolg van:		gevoelig voor habitatverlies (1 = ja, 0 = nee)	PBR	Significant?
dwergstern	0	0	0	39	nee
zwarte stern	0	0	0	43	nee
grote stern	1	1	0	2.378	nee$
visdief	0	0	0	4.930	nee$
noordse stern	0	0	0	5.146	nee$
landvogels					
kleine zwaan#	41	n.v.t.	n.v.t.	131	nee+
grauwe gans#	41	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
kolgans#	41	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
brandgans#	41	n.v.t.	n.v.t.	13.075	nee$
rotgans#	41	n.v.t.	n.v.t.	6.056	nee$
bergeend#	6	n.v.t.	n.v.t.	3.447	nee$
topper#	6	n.v.t.	n.v.t.	4.392	nee$
kuifeend#	6	n.v.t.	n.v.t.	10.885	nee$
krakeend#	6	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
slobeend#	6	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
wilde eend#	6	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
wintertaling#	6	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
brilduiker#	6	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
middelste zaag-bek#	6	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
smient#	6	n.v.t.	n.v.t.	128.325	nee$
pijlstaart#	6	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
scholekster#	5	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
bontbekplevier#	5	n.v.t.	n.v.t.	100'en	nee$
zilverplevier#	5	n.v.t.	n.v.t.	4.337	nee$
goudplevier#	5	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
kievit#	5	n.v.t.	n.v.t.	33.999	nee$
kanoet#	5	n.v.t.	n.v.t.	6.099	nee$
drieteenstrandlo-per#	5	n.v.t.	n.v.t.	1.770	nee$
bonte strandloper#	5	n.v.t.	n.v.t.	59.643	nee$
rosse grutto#	5	n.v.t.	n.v.t.	6.737	nee$
wulp#	5	n.v.t.	n.v.t.	901	nee$
zwarte ruiter#	5	n.v.t.	n.v.t.	100'en	nee$
groenpootruiter#	5	n.v.t.	n.v.t.	100'en	nee$
tureluur#	5	n.v.t.	n.v.t.	14.590	nee$
steenloper#	5	n.v.t.	n.v.t.	3.322	nee$
watersnip#	5	n.v.t.	n.v.t.	20.542	nee$
scholekster#	5	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$

* Alk heeft nog geen instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden in Nederland, maar men is voornemens om Bruine Bank aan te wijzen voor deze soort.

Voor soorten waarvoor op individueel niveau geen aantallen slachtoffers kunnen worden berekend (ganzen & zwanen, (zee-)eenden (exclusief zwarte zee-eend), reigers, roofvogels en uilen, steltlopers, en zangvogels, is als *worst case* scenario de volledige sterfte van een groep aan die soort toegekend.

^ Bij zeekoet en alk worden bij de aantallen slachtoffers als gevolg van habitatverlies ook de slachtoffers van ongedetermineerde alk/zeekoet meegenomen.

% (Deels) geen instandhoudingsdoelstelling geformuleerd en daarom geen 1%-norm van natuurlijke sterfte van de N2000 populatie te bepalen.

$ Geen effecten te verwachten doordat het aantal slachtoffers (zeer) ruim onder PBR ligt.

+ Op voorhand niet uit te sluiten, nadere onderbouwing is vereist.

Tabel 6.2 Maximale sterfte als gevolg van aanvaringen en habitatverlies door kavel III onder soorten zeevogels en kustvogels die in nabije buitenlandse Natura 2000-gebieden bescherming genieten via de EU Bird Directive (Vogelrichtlijn).

	Maximale sterfte als gevolg van:		Gevoelig voor habitatverlies (1 = ja, 0 = nee)	PBR	Significant?
Zeevogels	aanvaringen	habitatverlies			
roodhalsfuut	0	0	1	1000'en	nee[$]
jan-van-gent	19	5	1	5.245	nee[$]
vaal stormvogeltje	0	0	1	1000'en	nee[$]
noordse stormvogel	0	2	1	5.934	nee[$]
grote zee-eend	0	0	1	408	nee[$]
grote jager	0	0	0	120	nee[$]
middelste jager	0	0	0	100'en	nee[$]
kleine jager	0	0	0	812	nee[$]
zwartkopmeeuw	0	0	0	100'en	nee[$]
drieteenmeeuw	28	8	0	16.473	nee[$]
kleine mantelmeeuw	127	9	0	7.560	nee[+]
grote mantelmeeuw	38	2	0	4.144	nee[+]

[$] Geen effecten te verwachten doordat het aantal slachtoffers (zeer) ruim onder PBR ligt.

[+] Op voorhand niet uit te sluiten, nadere onderbouwing is vereist.

6.1.1 Niet-broedvogels

Uit het MER en hoofdstuk 4 van voorliggende PB blijkt dat:

"*Effecten als gevolg van **aanvaringen** en **habitatverlies** op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel III, zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten.*"

Onderstaand wordt deze stelling nader onderbouwd.

Lokale niet-broedvogels in windenergiegebied Borssele, die beschermt zijn binnen de kaders van de Nbwet 1998 in Nederland zijn enkele soorten zeevogels (zeekoet, alk, dwergmeeuw) en kustvogels (roodkeelduiker, parelduiker, fuut, aalscholver, dwergstern, zwarte stern, grote stern, visdief en noordse stern) die zich hier met name als trekvogel ophouden (zie §6.1.3).

Uit tabel 6.1 blijkt dat in de categorie 'zeevogels' slachtoffers vallen onder zeekoeten (1 door habitatverlies), alk (1 door habitatverlies) en dwergmeeuw (3 door aanvaringen, 1 door habitatverlies). Om de *worst case* situatie te waarborgen en om consistentie tussen het MER en PB te behouden, tellen we ook de slachtoffers door habitatverlies mee. Eerder onderzoek geeft namelijk geen eenduidig antwoord over het optreden van habitatverlies onder dwergmeeuwen en voor de zekerheid worden ze dus meegenomen. Voor geen van deze soorten zijn voor alle gebieden waarbinnen ze zijn aangewezen kwantitatieve doelstellingen geformuleerd, waardoor het niet mogelijk is deze aantallen te toetsen aan de 1%-norm van de natuurlijke sterfte van de Natura 2000-populatie. Daarom is ervoor gekozen om te kijken in welke verhouding deze aantallen slachtoffers liggen ten opzichte van de PBR. Voor geen van deze soorten overschrijden de aantallen slachtoffers, zowel van een windpark in kavel III alleen als in cumulatie (Leopold *et al.* 2015), de PBR en daarom is de kans op significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden uit te sluiten.

In de categorie 'kustvogels' vallen mogelijk slachtoffers onder eider (6 door aanvaringen, echter dit is het maximaal aantal slachtoffers onder alle eenden) en grote stern (1 door aanvaringen, 1 door habitatverlies). Om de *worst case* situatie te waarborgen en om consistentie tussen het MER en PB te behouden, tellen we ook de slachtoffers door habitatverlies mee. Eerder onder-

zoek geeft namelijk geen eenduidig antwoord over het optreden van habitatverlies onder grote sterns en voor de zekerheid worden ze dus meegenomen. Voor geen van deze soorten overschrijden de aantallen slachtoffers, zowel van een windpark in kavel III alleen als in cumulatie (Leopold *et al.* 2015), de PBR en daarom is de kans op significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden uit te sluiten.

Lokale niet-broedvogels in windenergiegebied Borssele, die beschermd zijn binnen internationale kaders van *EU Bird Directive* in Belgische en Franse Natura 2000-gebieden zijn enkele soorten zeevogels (jan-van-gent, vaal stormvogeltje, noordse stormvogel, grote jager, kleine jager, middelste jager, drieteenmeeuw, grote mantelmeeuw) en kustvogels (roodhalsfuut, grote zee-eend, zwartkopmeeuw) die zich hier met name als trekvogel ophouden (zie §6.1.3).

Uit tabel 6.2 blijkt dat in de categorie 'zeevogels' slachtoffers vallen onder jan-van-gent (19 door aanvaringen, 5 door habitatverlies), noordse stormvogel (2 door habitatverlies), drieteenmeeuw (28 door aanvaringen, 8 door habitatverlies), kleine mantelmeeuwen (127 door aanvaringen, 9 door habitatverlies) en grote mantelmeeuw (38 door aanvaringen, 2 door habitatverlies). Om de *worst case* situatie te waarborgen en om consistentie tussen het MER en PB te behouden, tellen we ook de slachtoffers door habitatverlies mee. Eerder onderzoek heeft geen eenduidig antwoord kunnen geven over het optreden van verstoring van meeuwensoorten en voor zekerheid worden de slachtoffers dus meegenomen. Voor geen van deze soorten zijn voor alle gebieden waar binnen ze zijn aangewezen kwantitatieve doelstellingen geformuleerd, waardoor het niet mogelijk is deze aantallen te toetsen aan de 1%-norm van de natuurlijke sterfte van de Natura 2000-populatie. Daarom is ervoor gekozen om te kijken in welke verhouding deze aantallen slachtoffers liggen ten opzichte van de PBR. Voor geen van de soorten overschrijden de aantallen slachtoffers van een windpark in kavel III de PBR. Voor de meeste jan-van-gent, noordse stormvogel, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuwen overschrijden de aantallen slachtoffers in cumulatie ook niet de PBR, en daarom zijn voor die soorten significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden uit te sluiten.

6.1.2 Broedvogels (kolonievogels)

Uit het MER en hoofdstuk 4 van voorliggende PB blijkt dat:

"*Effecten als gevolg van **aanvaringen** op kolonievogels, broedend binnen Natura 2000-gebieden en die gebruik kunnen maken van kavel III tijdens foerageertochten in het broedseizoen, zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten.*"

Onderstaand wordt deze stelling nader onderbouwd.

Op basis van foerageerranges die zijn bepaald met GPS-logger onderzoek in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk blijkt dat in potentie windenergiegebied Borssele bereikt kan worden door broedende kleine mantelmeeuwen en grote sterns uit kolonies die liggen binnen Natura 2000-gebieden en waarvoor in deze gebieden voor deze soorten instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd als broedvogel. Voor beide soorten worden hieronder de effecten behandeld en beoordeeld.

Kleine mantelmeeuw
Vanuit Nederlandse Natura 2000-gebieden kunnen broedende vogels uit het Veerse Meer en Krammer Volkerrak in potentie het windenergiegebied Borssele bereiken. In België zijn geen kolonies kleine mantelmeeuwen beschermd in het kader van Natura 2000. Wel ligt windenergiegebied Borssele binnen de foerageerrange vanuit het Engelse Natura 2000-gebied Alde, Ore, Butley Estuary. Verder zijn kleine mantelmeeuwen als broedvogel beschermd op de Vlaamse Banken, echter dit zijn dus niet de kolonies, maar de foeragerende vogels. Hierdoor is er dus geen directe relatie tussen dit foerageergebied en het plangebied, waardoor dus geen sprake kan zijn van externe werking. Hierdoor hoeft dit niet verder beschouwd te worden in de voorliggende PB.

Alleen de kleine mantelmeeuwen met GPS-loggers uit Belgisch onderzoek in Zeebrugge en vanuit de Engelse kolonie in Orford Ness bleken tot in windenergiegebied Borssele te reiken. Van vogels uit de Nederlandse kolonie in het Krammer Volkerrak is bekend dat deze maar incidenteel op zee foerageren (Gyimesi *et al.* 2011) en dus zal de procentuele flux van broedende kleine mantelmeeuwen vanuit deze kolonies in het windenergiegebied Borssele verwaarloosbaar zijn. Voor kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer is onbekend in hoeverre deze op zee foerageren.

Uit de slachtofferberekeningen (zie het MER) blijkt dat tijdens het broedseizoen (mei – jul) 51 kleine mantelmeeuwen slachtoffer worden (380 MW met 4 MW turbines). Dit zijn echter niet allemaal broedende adulten. Een deel van een populatie kleine mantelmeeuwen bestaat namelijk uit zogenaamde 'floaters' (niet-broedende vogels). Schattingen van de grootte van dit deel van niet-broedende vogels zijn zeer divers (Gyimesi & Lensink 2012, Camphuysen 2013), maar een reëele en veilige schatting van 40% van de populatie is beargumenteerd door Lensink & van Horssen (2012). Dit betekent dat 51*0,6 = 31 slachtoffers broedende adulten zijn. Daarnaast is het zo dat niet al deze slachtoffers afkomstig zijn uit beschermde kolonies. Op basis van foerageerrange (80 km, figuur 2.13a en b) kunnen in totaal ongeveer 50.000 broedparen tot in windenergiegebied Borssele komen (verzamelde gegevens uit Mitchell et al. 2004, Strucker et al. 2014, ongepubliceerde INBO gegevens). Veruit de meeste hiervan komen echter niet uit Natura 2000-kolonies in met name Nederland, maar ook in België. Vogels die broeden binnen beschermde kolonies maken hier maar ongeveer 996/50000 = 2,0% (Veerse Meer) en 1122/50000 = 2,2% (Orford Ness) van uit. Dit zorgt ervoor dat 31*0.02 = 1 slachtoffer uit het Veerse Meer afkomstig is. Voor Orford Ness is dit aantal ook 1 kleine mantelmeeuw slachtoffer (tabel 6.3).

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat maximaal 1 kleine mantelmeeuw van de broedkolonies in Orford Ness per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Borssele en 1 in de kolonie in het Veerse Meer (tabel 6.3).

Tabel 6.3 Berekening van aantallen aanvaringsslachtoffers van kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonies van Orford Ness (Natura 2000-gebied Alde/Ore estuary) en Veerse Meer (Natura 2000-gebied Veerse Meer), die werden gecorrigeerd voor de aantallen meeuwen uit niet-Natura 2000-kolonies en het deel floaters in de populatie. Weergegeven zijn berekeningen met behulp van het Extended Band Model (Band 2012).

Kolonie		Indicatief aantal broedparen	Bron
Nederlandse Delta incl Europoort		37000	Strucker et al. 2014
Engelse kust		7000	Mitchell et al. 2004
Belgische kust		3800	Stienen pers. comm.
Totaal		48.000 (~50.000)	
Kolonie	Instandhoudingsdoelstelling	Huidige aantal broedparen	Percentage van totaal
Orford Ness	4070	1122 (2011-2012)	2,2%
Veerse Meer	590	996 (2010 – 2013)	2,0%
			Aantal slachtoffers tijdens broedtijd (mei – jul)
			Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 m
Aantal slachtoffers tijdens broedseizoen (broeders en floaters)			51
Totaal aantal broedende adulten als slachtoffer			31
Totaal aantal slachtoffers uit kolonies in:			
Orford Ness (1122 paren)			0,68 (1)
Veerse Meer (996 paren)			0,62 (1)

De berekende sterfte onder vogels van deze populatie als gevolg van aanvaringen met turbines van een windpark kan worden vergeleken met de natuurlijke sterfte van die vogelsoort, in dit geval de kleine mantelmeeuw (jaarlijkse overleving: 0,91 (Camphuysen & Gronert 2012) op een huidige populatie van 1.122 broedparen in Orford Ness en 996 in het Veerse Meer). Wanneer de additionele sterfte door een windpark kleiner is aan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort (in dit geval dus respectievelijk 2,0 en 1,8 kleine mantelmeeuwen), kan met zekerheid gesteld worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van een windpark als verwaarloosbaar ofwel niet significant geclassificeerd.

Voor de kolonies kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Alde/Ore Estuary, wordt maximaal 0,34%, van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel III van windenergiegebied Borssele. Dit ligt onder de 1% norm waarmee significante effecten op de huidige populatie broedende kleine mantelmeeuwen in het Natura 2000-gebied Alde/Ore estuary zijn uitgesloten.

Voor de kolonies kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Veerse Meer, wordt met maximaal 0,31% ook minder dan 1% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines. Op basis hiervan kan ook worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende kleine mantelmeeuwen binnen Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn uit te sluiten.

Grote stern
Vanuit Nederlandse Natura 2000-gebieden kunnen broedende vogels van de Hooge Platen in potentie het windenergiegebied Borssele bereiken. Vanuit België bekeken ligt windenergiegebied Borssele binnen de foerageerrange van broedvogels uit de kolonie in Zeebrugge. Als *worst case* aanname zijn hier alle slachtoffers die als gevolg van windenergiegebied Borssele vallen tijdens de broedperiode (mei, jun, jul) proportioneel op basis van het aantal broedparen aan deze twee kolonies toegewezen (tabel 6.4).

Tabel 6.4 Overzicht van berekende aantallen aanvaringsslachtoffers van grote sterns uit de kolonies van de Hooge Platen (Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe) en Zeebrugge (Natura 2000-gebied Zeehaven Zeebrugge). Weergegeven zijn berekeningen met behulp van het Extended Band Model (Band 2012).

			Aantal slachtoffers tijdens broedtijd (mei – jul)		
Kolonie	gem. # broedparen (periode)	instandhoudingsdoelstelling	95 * 4 MW ø 116 m		
Totaal				1	
Hooge Platen	2220 (2010-2014)	6200 (regio Delta)		0,82 (1)	
Zeebrugge	41 (2010 – 2014)	2300		0,02 (0)	

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat jaarlijks maximaal 1 (0,82) grote stern van de broedkolonie op de Hooge Platen slachtoffer zal worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Borssele (tabel 6.4). Voor de kolonie in Zeebrugge zijn geen slachtoffers (0,02 per jaar) te verwachten. De 1%-norm van de jaarlijkse sterfte van de populatie op de Hooge Platen en Zeebrugge is respectievelijk 4,5 en 0,08 vogels (jaarlijkse adulte overleving: 0,898 (Robinson 2005) bij huidige populatie's van resp. 2.220 en 41 paren).

Voor de kolonies grote sterns op de Hooge Platen, wordt maximaal 0,18%, van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel III van windenergiegebied Borssele. Dit ligt onder de 1% norm waarmee significante effecten op de huidige populatie broedende grote sterns in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe zijn uitgesloten.

Voor de kolonies grote sterns van het Natura 2000-gebied Zeebrugge, wordt met maximaal 0,18% ook minder dan 1% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines. Op basis hiervan kan ook worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende grote sterns binnen Natura 2000-gebied Zeebrugge zijn uit te sluiten.

6.1.3 Trekvogels

Uit het MER en hoofdstuk 4 van voorliggende PB blijkt dat:

"*Effecten op enkele soorten trekvogels uit Natura 2000-gebieden, die tijdens de seizoenstrek door kavel III vliegen, als gevolg van* ***aanvaringen*** *zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid wel uit te sluiten.*"

Onderstaand wordt deze stelling nader onderbouwd.

Uit §6.1.1 blijkt dat significante effecten op trekkende zee- en kustvogels zijn uit te sluiten. De overige trekvogels bevinden zich allemaal in de categorie 'landvogels'. In de categorie 'landvogels' vallen mogelijk slachtoffers onder kleine zwaan, grauwe gans, kolgans, brandgans en rotgans (41 in totaal voor alle ganzen en zwanen door aanvaringen), bergeend, topper, kuifeend, krakeend, slobeend, wilde eend, wintertaling, brilduiker, middelste zaagbek, smient en pijlstaart (6 in totaal voor alle eenden door aanvaringen) en scholekster, bontbekplevier, zilverplevier, goudplevier, kievit, kanoet, drieteenstrandloper, bonte strandloper, rosse grutto, wulp, zwarte ruiter, groenpootruiter, tureluur, steenloper en watersnip (5 in totaal voor alle steltlopers door aanvaringen).

Voor alle eendensoorten en steltlopersoorten is door de zeer grote populatiegroottes van de individuele soorten en ook de hoge aantallen die zijn geformuleerd als instandhoudingsdoelstellingen in Nederlandse Natura 2000-gebieden op voorhand te zeggen dat 6 slachtoffers van welke eend- of 5 slachtoffers van welke steltlopersoort ook, nooit een significant effect zal genereren binnen de kaders van de Nbwet 1998. De aantallen slachtoffers voor deze soortsoorten vormen ook geen substantieel deel van de PBR en daarmee is ook de kans op significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden uit te sluiten.

Voor de ganzen en zwanen ligt dit iets anders. In totaal vallen binnen deze groep 41 slachtoffers waaronder de Natura 2000-soorten kleine zwanen, grauwe gans, kolgans, brandgans en rotgans. Voor de meeste soorten (de ganzen) vormt een dergelijk aantal geen substantieel deel van de PBR en daarmee is ook de kans op significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden met zekerheid uit te sluiten. Een uitzondering is echter de kleine zwaan. Als uitgegaan wordt van de *worst case*, en deze 41 slachtoffers zouden dus allemaal kleine zwanen zijn, dan vormen die 41 een zeer groot deel van de PBR van 131 dieren voor de kleine zwanen populatie. Toch concluderen wij met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid dat significante effecten op kleine zwanen als gevolg van een windpark in kavel III van windenergiegebied Borssele wel zijn uit te sluiten. Bij de berekeningen van de aantallen slachtoffers is namelijk een zeer conservatieve benadering aangehouden (bijv. 50% van alle ganzen en zwanen vliegt op rotorhoogte, terwijl dit percentage waarschijnlijk veel lager ligt), waardoor de aantallen slachtoffers waarschijnlijk veel lager zullen liggen. Daarnaast zal de fractie kleine zwanen boven windenergiegebied Borssele ten opzichte van de aantallen andere ganzen en zwanen laag zijn, waardoor uitgesloten is dat alle 41 slachtoffers (onder ganzen en zwanen) ook daadwerkelijk kleine zwanen zullen zijn. Dit alles rechtvaardigt de uitspraak dat significante effecten op kleine zwanen als gevolg van een windpark in kavel III in windenergiegebied Borssele zijn uit te sluiten.

6.2 Zeezoogdieren

6.2.1 Bruinvis

De berekening van de geluidsverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Deze effecten kunnen zich manifesteren in de vorm van een gedragsrespons, zoals een versnelde ademhaling en wegzwemmen van de geluidsbron of in de vorm van een – fysiologisch – effect op het gehoor waardoor de dieren als gevolg van een langere blootstelling aan verhoogde geluidsniveaus tijdelijk (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel) of permanent (PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) minder goed kunnen horen. Op grond van de resultaten van eerdere, voor 'ronde 2 windparken' uitgevoerde berekeningen is geconcludeerd dat effecten op het gedrag maatgevend zijn voor mogelijke effecten op populaties. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat het gebied waarin bruinvissen en zeehonden TTS en PTS kunnen oplopen veel kleiner is dan het gebied waarbinnen gedragseffecten kunnen optreden. Bovendien treedt, mits PTS wordt voorkomen door het toepassen van mitigatie, bij alle mogelijk beïnvloede dieren volledig herstel van het gehoor op (bij verreweg de meeste binnen enkele uren na verlaten van het beïnvloedingsgebied of na afloop van het heien). Zie verder de uit Heinis en de Jong (2015) overgenomen argumentatie in het Intermezzo 'Relevante parameters voor effecten heigeluid op populaties'.

Hoewel het gebied waarbinnen dieren PTS kunnen oplopen veel kleiner is dan het TTS-gebied, is het van belang te berekenen wat de omvang van het gebied onder *worst case* omstandigheden kan zijn. PTS-effecten kunnen namelijk direct doorwerken naar de populatie, omdat niet is uit te sluiten dat dieren met PTS dermate in hun normale functioneren worden gehinderd dat zij voortijdig zullen sterven. Er moet daarom aannemelijk worden gemaakt dat de kans dat dergelijke permanente effecten optreden verwaarloosbaar is of, als dat niet zo is, dat deze door het nemen van mitigerende maatregelen kunnen worden voorkomen.

Drempelwaarden
Drempelwaarden voor het optreden van een gedragsrespons (mijding/verstoring) en PTS zijn zo veel mogelijk afgeleid uit recente '*peer reviewed'* literatuur. Tabel 6.2 bevat een overzicht van de criteria die bij het bepalen van effecten op bruinvissen en zeehonden van belang zijn met de bijbehorende waarden. Daarbij is ervan uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap bepaalt of er een gedragsverandering optreedt (mijding/verstoring). Voor effecten op het gehoor (PTS) gaat het om de totale geluiddosis, i.e. de 'optelsom' van meerdere geluidpulsen, waaraan dieren tijdens het heien van één paal zijn blootgesteld (cumulatieve SEL).

Tabel 6.5: Drempelwaarden voor het inschatten van effecten op bruinvissen en zeehonden. SEL_1 = geluiddosis als gevolg van een enkele heiklap; SEL_{CUM} = geluiddosis door een zwemmend dier ontvangen als gevolg van het heien van de gehele paal; $SEL_{1/CUM,w}$ = M-gewogen SEL voor zeehonden in water (zie Southall et al. 2007)

Soort	type effect	Waarde	bron
Bruinvis	Gedragsrespons*	SEL_1 > 140 dB re 1 µPa²s	Heinis & de Jong, 2015.
	PTS-onset	SEL_{CUM} > 179 dB re 1 µPa²s	TTS-onset uit Lucke et al. (2009) + 15 dB
Zeehonden	Gedragsrespons*	$SEL_{1,w}$ > 145 dB re 1 µPa²s	SEAMARCO. 2011
	PTS-onset	$SEL_{CUM,w}$ > 186 dB re 1 µPa²s	Southall et al. 2007

* Gedrag met een score van 5 of hoger op de gedragsrepons-schaal van Southall et al. (2007). Dit betreft gedragingen als veranderingen in zwemgedrag en ademhaling, mijden van een bepaald gebied en veranderingen in roep- of klikgedrag (t.b.v. communicatie of foerageren).

De effecten van heigeluid op het gedrag zijn berekend aan de hand van de met AQUARIUS gegenereerde onderwatergeluidkaarten, waarin de verdeling van de ruimtelijke geluidsimmissies als gevolg van een enkele heiklap is weergegeven (SEL_1). Vervolgens is voor bruinvissen en zeehonden bepaald op welke afstand van de heilocatie de drempelwaarden voor de signifi-

cante gedragsrespons (verstoring/mijding) worden overschreden. Bij het berekenen van het aantal door heigeluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waar de drempelwaarde voor verstoring/mijding in de onderste helft van de waterkolom wordt overschreden (*worst case*). Met de lagere geluidniveaus nabij het wateroppervlak (hoger in de waterkolom treedt meer uitdoving op dan dieper in de waterkolom) wordt bij de schatting van effectafstanden geen rekening gehouden, in de veronderstelling dat zeezoogdieren in hun normale (foerageer)gedrag worden verstoord als ze niet van de hele waterkolom gebruik kunnen maken. Daarnaast is ervan uitgegaan dat de verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt. Daarmee wordt er dus van uit gegaan dat een dier dat zich bij de start van het heien dichtbij de geluidsbron bevindt net zo lang verstoord blijft als een dier dat zich veel verder bevindt. Er zijn uit Duits en Deens veldonderzoek bij de bouw van windparken aanwijzingen dat deze aannames sterke simplificaties van de werkelijkheid zijn (zie overzicht in Heinis & de Jong, 2015). Vooralsnog is het echter niet mogelijk om op basis van deze waarnemingen meer realistische aannames te doen.

Daarnaast is berekend welke (cumulatieve) geluidbelasting bruinvissen en zeehonden die zich in de nabijheid van de heilocatie bevinden en vervolgens met een bepaalde snelheid wegzwemmen zouden kunnen oplopen tijdens het heien van één paal. De totale geluidbelasting die het dier door de cumulatieve energie van alle heiklappen voor één fundering daarbij ondervindt (SEL_{CUM}), is vergeleken met grenswaarden waarboven het geluid tot een permanente verhoging van de gehoordrempel (PTS) bij bruinvissen en zeehonden zou kunnen leiden.
Er zijn daarbij de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er wordt geheid volgens een realistisch '*soft start'* scenario (zie bijlage 3 van het MER voor de Notitie HWE);
- Voor de door bruinvissen en zeehonden ontvangen geluiddoses als gevolg van het heien van een hele paal (SEL_{cum}) is uitgegaan van de resultaten van modelberekeningen met het door TNO ontwikkelde propagatiemodel AQUARIUS; de berekeningen zijn uitgevoerd voor windsnelheden van 0 m/s en 6,5 m/s (gemiddelde windcondities) en realistische schattingen van overige omgevingsparameters;
- Voor de berekening van de oppervlakten waarbij PTS kan optreden, is uitgegaan van een cirkel (πr^2) bij een uniforme waterdiepte van 35 m (maximale waterdiepte in het plangebied). In werkelijkheid zullen de oppervlakten kleiner zijn i.v.m. ondieper water richting kustzone.
- Dieren die zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden binnen de contour bevinden waar de drempelwaarde voor verstoring/mijding wordt overschreden, bevinden zich bij de bodem en zwemmen na twee klappen naar het wateroppervlak, om het gebied vervolgens te verlaten door in een rechte lijn van de geluidsbron weg te zwemmen. Voor de bruinvis is uitgegaan van een zwemsnelheid van 3,4 m/s en voor zeehonden van 4,9 m/s. Deze waarden zijn aan de hand van diverse bronnen vastgesteld in de , op initiatief van Rijkswaterstaat Zee en Delta ingestelde Werkgroep Onderwatergeluid.[3]

Voor de bepaling van de effecten van heigeluid op de populaties van zeezoogdieren is voor de 'ronde 3 windparken', waaronder de Borssele windparken vallen, voortgeborduurd op de aanpak die begin 2013 is ontwikkeld. In feite is de toen ontwikkelde, op enkele onderdelen getalsmatig aangepaste redeneerlijn aangevuld met een 'populatiemodule' waarmee cumulatieve effecten van impulsief geluid beter kunnen worden gekwantificeerd. Bij het bepalen van de mogelijke doorwerking van effecten van heigeluid op zeezoogdieren is ervan uitgegaan dat de effecten op het gedrag daarvoor maatgevend zijn en dat wordt voorkomen dat permanente effecten op het gehoor optreden (PTS).

Voor bruinvissen is ervoor gekozen gebruik te maken van het Interim PCoD model van SMRU Marine (Harwood et al. 2013). De benaderingswijze die aan dit model ten grondslag ligt, wordt internationaal gebruikt (NRC, 2005; New et al. 2014) wat betekent dat niet alleen de werkwijze,

[3] De Werkgroep Onderwatergeluid is begin 2013 op initiatief van Rijkswaterstaat Zee en Delta opgericht. Deelnemers zijn afkomstig van Rijkswaterstaat, Directoraat-generaal Ruimte en Water, TNO, HWE, SEAMARCO, IMARES, Arcadis, Royal Haskonig DHV (vanaf 2014) en Deltares (vanaf 2014).

maar ook de verkregen uitkomsten internationaal vergelijkbaar zijn. Bovendien is het Interim PCoD model het enige, op dit moment operationele instrument om effecten op populaties te kwantificeren.

Onder regie van de eerder genoemde Werkgroep Onderwatergeluid is de gevoeligheid van het Interim PCoD model voor variaties in diverse factoren onderzocht. Voor de resultaten daarvan wordt verwezen naar Heinis & de Jong (in prep.). De uitkomsten laten zien dat er bij benadering een lineair verband bestaat tussen het aantal bruinvisverstoringsdagen en de reductie van de bruinvispopulatie. Een eerste-orde schatting van de mediaan (50% kans) van de reductie (van de bruinvispopulatie door onderwatergeluidverstoring voor diverse scenario's op de Noordzee volgt uit de formule

"Populatiereductie (individuen) = $2{,}9 \cdot 10^{-3} \times$ bruinvisverstoringsdagen".

Interim PCoD schattingen geven ook de berekende kansverdeling voor de additionele populatiereductie. Globaal dient er rekening mee te worden gehouden dat er 10% kans bestaat dat de populatiereductie ongeveer 2 maal groter is dan de mediaanschatting.

Voor het nader bepalen en beoordelen van de effecten van de aanleg van windparken in de als eerste uit te geven kavels I en II op de bruinvispopulatie zijn drie extra berekeningen met het Interim PCoD model uitgevoerd. Dit vanwege een nadere analyses waaruit bleek dat de hierboven beschreven relatie tussen bruinvisverstoringsdagen en de mediaanschatting van de populatiereductie niet toepasbaar is als het effect op de populatie met een grotere zekerheid dan 50% moet worden geschat. Voor de beoordeling van de effecten op bruinvispopulaties zal conform de ASCOBANS doelstelling namelijk met een hoge waarschijnlijkheid (95%) moeten worden verzekerd dat de populatie niet onder een bepaald niveau daalt (zie Bijlage 2 Toetsing van effecten op bruinvissen).

In tegenstelling tot de mediaanschatting vertoont de relatie tussen dierverstoringsdagen en de 5-percentielwaarden geen rechtlijnig verband over de hele bandbreedte van de in Heinis en de Jong (2015) onderzochte scenario's. De reductie van de bruinvispopulatie door onderwatergeluidverstoring als gevolg van de constructie van kavel III is benaderd met de formule (95% zekerheid = 5% kans op een grotere reductie):

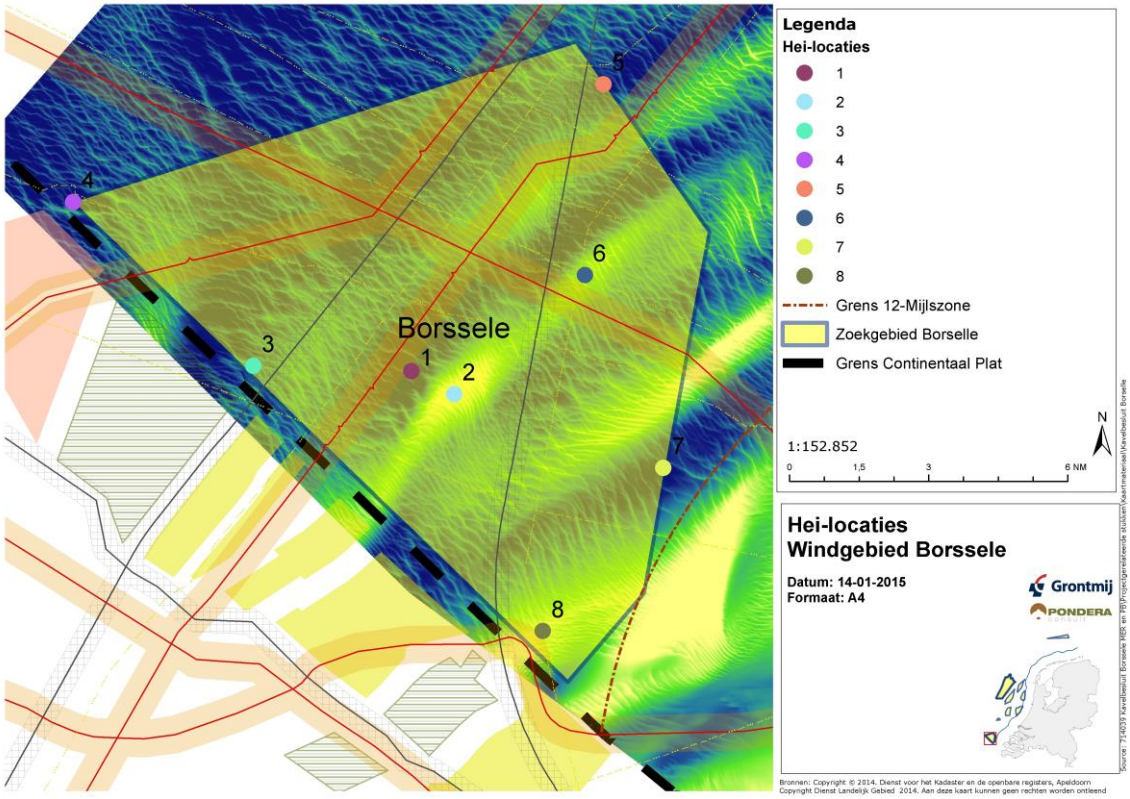
$$Populatiereductie\ (aantal\ individuen) = \left(\left(\frac{1}{11{,}03 x hpdd} \right)^3 + \left(\frac{1}{0{,}8 x vulpop} \right)^3 \right)^{-\frac{1}{3}}$$

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, 'hppd' is het aantal bruinvisverstoringsdagen en 'vulpop' is het aantal individuen in de *vulnerable subpopulation*.

Het totale aantal bruinvisverstoringsdagen is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal verstoringsdagen. In principe wordt er in het PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringsdag telt. Het aantal mogelijk verstoorde bruinvissen per dag wordt berekend door het berekende verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsoppervlak. Voor de meest actuele dichtheidsschatting van bruinvissen is gebruik gemaakt van de door Geelhoed et al. (2011, 2014) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen.

Voor zeehonden zijn eventuele cumulatieve effecten van impulsief geluid op de populatie nog niet gekwantificeerd. Een op de berekening van cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehondenpopulaties toegespitst model waarin van deze gegevens gebruik is gemaakt, is echter niet op korte termijn beschikbaar. Voor zeehonden is daarom uitgegaan van de in 2013 ontwikkelde, op onderdelen iets aangepaste (zie Heinis & de Jong, 2015 en in eerdere effectbeschrijvingen gebruikte redeneerlijn voor het bepalen van effecten op populaties.

Hei-posities
Voor het windpark in kavel III is voor twee heipositie een berekening uitgevoerd, deze posities zijn positie 1 op ca. 32 meter diepte en positie 2 op ca. 15 meter diepte. De posities zijn in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 6.1 Hei-posities Windenergiegebied Borssele. Posities 1 en 2 betreffen kavel III (posities 3 en 4 betreffen kavel IV).

6.2.2 Bruinvis

Effecten op gedrag van bruinvissen
In de tabel 6.6 zijn de resultaten van de berekeningen van de gevolgen van veranderingen in het gedrag door heigeluid voor de omvang van de bruinvispopulatie voor alternatief 1 en 2 opgenomen. Het betreft schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van kavel III in verschillende seizoenen. Het betreft de *worst case* effecten van heien op een paalpositie met de in het kavel aanwezige maximale waterdiepte (ca. 32 meter).

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid (zie paragraaf 3.3). Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde.

Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm in kavel III zou betekenen voor het oppervlak verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. In onderstaande tabel 6.6 is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park bij de aanleg van kavel III van Windpark Borssele voor beide alternatieven dan in geen enkel geval wordt overschreden.

Tabel 6.6 Effecten van heien voor aanleggen van kavel III van het Borssele windpark (alternatief 1: 38 funderingen, alternatief 2: 95 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (38 turbines)			alternatief 2 (95 turbines)		
	norm (dB re 1 µPa²s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 µPa²s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	165	16.188	179	n.v.t. *	0	0
jun - aug	171	15.359	170	165	16.720	184
sep – dec	172	14.402	159	166	15.865	175

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar (zie verder addendum onderdeel zeezoogdieren).

Effecten op het gehoor van bruinvissen

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,6 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,2 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 µPa²s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel III (32 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 176 – 177 dB re 1 µPa²s. Deze waarde ligt nog 4 tot 5 dB boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 172 dB re 1 µPa²s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustisc Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

6.2.3 Zeehonden

Effecten op het gedrag van zeehonden

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbeperkende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij de constructie van kavel III van het windpark Borssele voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in tabel 6.7. Maximaal gaat het (statistisch) om 2,4 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 1) of om 0,6 zeehond (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om maximaal 1,06% (alternatief 1) of om 0,01% (alternatief 2) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 2 bijna tweemaal zo groot als dat van alternatief 1. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven. In de tabel is ook een bandbreedte gegeven van het to-

tale aantal, mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van alternatief 1 en alternatief 2 zijn geheid.

Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord (de resultaten voor de twee paalposities zijn daarbij gemiddeld). Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord. De effecten op grijze zeehonden zijn naar verwachting kleiner, omdat de populatie veel kleiner is (en de totale aantallen op het NCP veel lager).

Tabel 6.7 Gevolgen van heien t.b.v. de aanleg kavel III voor gewone zeehonden

	Alternatief 1 (38 turbines)		Alternatief 2 (95 turbines)	
	hei-energie 3.000 kJ		hei-energie 1.000 kJ	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Zeehonden binnen contour (n)	2,4	2,1	0,6	0,5
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,03	0,03	0,01	0,01
Dierverstoringsdagen (n)	90	80	55	47
Totaal aantal zeehonden verstoord	2 – 85		1 – 51	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,03 – 1,06		0,01 – 0,64	

Zoals aangegeven is voor bovenstaande berekeningen geen geluidsnorm gehanteerd.

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel III op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn. Als een geluidsnorm wel wordt toegepast, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied kleiner zijn dan waarvan is uitgegaan. Hierdoor zullen de effecten nog lager uitvallen. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, waarvan de kans al verwaarloosbaar is zonder dat geluidsbeperkende maatregelen worden genomen.

6.3 Effectenbeoordeling per Natura 2000-gebied

6.3.1 Vogels

In deze paragraaf wordt voor een selectie van Natura 2000-gebieden (zie selectiecriteria §4.6) weergegeven welke soorten daar zijn aangewezen en hoe de verwachte slachtoffers als gevolg van een windpark in windenergiegebied Borssele zijn te relateren aan de verschillende instandhoudingsdoelen in deze gebieden.

Veerse Meer (NLD)
Kleine mantelmeeuwen zijn als broedvogel aangewezen in het Natura 2000-gebied Veerse Meer met een instandhoudingsdoel van 590 broedparen. Maximaal 1 van deze broedvogels gaat dood tijdens foerageertochten in het broedseizoen als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel III. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn uit te sluiten (zie §6.1.2).

Westerschelde/Saeftinghe (NLD)
Grote sterns zijn als broedvogel aangewezen in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe met een instandhoudingsdoel voor de Deltaregio van 6200 broedparen. Maximaal 1 van deze broedvogels gaat dood tijdens foerageertochten in het broedseizoen als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel III. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn uit te sluiten (zie §6.1.2).

Alde, Ore and Butley Estuaries (UK)
Kleine mantelmeeuwen zijn als broedvogel aangewezen in het Natura 2000-gebied Alde, Ore and Butley Estuaries met een instandhoudingsdoel van 4070 broedparen. Maximaal 1 van deze broedvogels gaat dood tijdens foerageertochten in het broedseizoen als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel III. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn uit te sluiten (zie §6.1.2).

SBZ-V "Kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist" in Natura 2000-gebied "Duingebieden" (BEL)
Grote sterns zijn als broedvogel aangewezen in het Natura 2000-gebied Duingebieden met een instandhoudingsdoel van 2300 broedparen. Maximaal 1 van deze broedvogels gaat per 50 jaar dood tijdens foerageertochten in het broedseizoen als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel III. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn uit te sluiten (zie §6.1.2).

Voordelta (NLD)
Voor geen van de soorten waarvoor Natura 2000-gebied Voordelta is aangewezen worden grote aantallen slachtoffers verwacht door een windpark in kavel III in windenergiegebied Borssele. Voor geen van deze soorten is de sterfte van een windpark in kavel III alleen als in cumulatie (Leopold *et al.* 2015) hoger dan de PBR en significante effecten op de aangewezen populaties uit dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uitgesloten (zie §6.1.1 en §6.1.3).

Noordzeekustzone (NLD)
Voor geen van de soorten waarvoor Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is aangewezen worden grote aantallen slachtoffers verwacht door een windpark in kavel III in windenergiegebied Borssele. Voor geen van deze soorten is de sterfte van een windpark in kavel III zowel alleen als in cumulatie (Leopold *et al.* 2015) hoger dan de PBR en significante effecten op de aangewezen populaties uit dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uitgesloten (zie §6.1.1 en §6.1.3).

Friese Front (NLD)
Het Friese Front is aangewezen voor zeekoeten. Uit tabel 6.1 blijkt dat de totale sterfte zeekoeten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies bestaat uit 1 individu. De jaarlijkse adultenoverleving voor deze soort is 0,946 (Harris et al. 2000). Populatieschattingen van zeekoeten op het Friese Front lopen sterk uiteen, maar bedragen jaarlijks enkele tienduizenden vogels (8.000 – 90.000; Van Bemmelen et al. 2013, Leopold & van Bemmelen 2014). De 1%-norm van de jaarlijkse natuurlijk sterfte van deze populatie bedraagt daarmee 4 tot 49 vogels. De berekende additionele sterfte als gevolg van een windpark in kavel III in windenergiegebied Borssele (1 vogels) ligt onder de 1% norm van jaarlijkse natuurlijk sterfte. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uit te sluiten (zie §6.1.2).

Vlaamse Banken (BEL)
Voor de meeste soorten waarvoor Natura 2000-gebied Vlaamse Banken is aangewezen worden geen grote aantallen slachtoffers verwacht door een windpark in kavel III in windenergiegebied Borssele. Voor alle soorten is de sterfte van een windpark in kavel III alleen niet hoger dan de PBR (zie §6.1.1 en §6.1.3). Voor de meeste soorten ligt daarnaast de berekende vogelsterfte van een windpark in kavel III ook in cumulatie niet hoger dan de PBR (Leopold *et al.* 2015), en significante effecten op de aangewezen populaties uit dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uitgesloten. Een uitzondering hierop vormen kleine - en grote mantelmeeuw. De aantallen slachtoffers van deze soorten liggen in cumulatie wel boven de PBR norm (Leopold *et al.* 2015), en daarmee zijn significante effecten op Natura 2000-populaties zoals die van de Vlaamse Banken niet uitgesloten. Besloten is echter om de cumulatieve effecten uitsluitend te beschouwen binnen de Nederlandse Noordzee (zie ook paragraaf 7.1). De cumulatieve aantallen slachtoffers kleine mantelmeeuwen in Nederlandse parken blijken wel ruim binnen de PBR van de Nederlandse Noordzee populatie te blijven. Op basis hiervan kan significatie worden uitgesloten.

Banc des Flandres (FRA)
Voor geen van de soorten waarvoor Natura 2000-gebied Banc des Flandres is aangewezen worden grote aantallen slachtoffers verwacht door een windpark in kavel III in windenergiegebied Borssele. Voor geen van deze soorten is de sterfte van een windpark in kavel III alleen en in cumulatie (Leopold *et al.* 2015), ook hoger dan de PBR en significante effecten op de aangewezen populaties uit dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uitgesloten (zie §6.1.1 en §6.1.3).

6.3.2 Zeezoogdieren

Effecten van de aanleg en exploitatie van het windpark Borssele zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwatergeluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

De volgende paragrafen bevatten de toetsing van de eerdere beschreven en nader geanalyseerde effecten van onderwatergeluid op bruinvissen en zeehonden aan de instandhoudingsdoelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden.

Waddenzee
In het Natura 2000-gebied Waddenzee gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond (tabel 6.9). Voor beide soorten betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de grijze zeehond zou dat moeten leiden tot het behoud van de populatie en voor de gewone zeehond tot een uitbreiding van de populatie.

Tabel 6.9 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N2000-gebied Waddenzee

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Waddenzee instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de Waddenzee (en Noordzeekustzone) dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt (Brasseur et al. 2008; Aarts et al. 2013). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Waddenzee kunnen daarom worden uitgesloten.

Noordzeekustzone
In het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren instandhoudingsdoelstellingen. Deze zijn in tabel 6.10 samengevat.

Tabel 6.10 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Noordzeekustzone

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
bruinvis	behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt (externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de (Waddenzee en) Noordzeekustzone dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt. De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Noordzeekustzone kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor bruinvissen ligt het door heigeluid verstoorde gebied op grote afstand van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone waardoor er geen overlap met het verstoorde gebied is. De

kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed (directe externe werking). De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking).

Door de Nederlandse overheid is bepaald dat bij een jaarlijkse afname van de bruinvispopulatie door de aanleg van windparken op zee met meer dan 510 dieren (= 255 dieren per park) op het NCP significante effecten niet kunnen worden uitgesloten (zie § 2.3). Uit *Tabel* is af te leiden dat deze waarde bij de constructie van beide alternatieven in geen van de seizoenen wordt overschreden.

Tabel 6.11 Voorspelde maximale afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel III van windpark Borssele in verschillende seizoenen bij toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm.

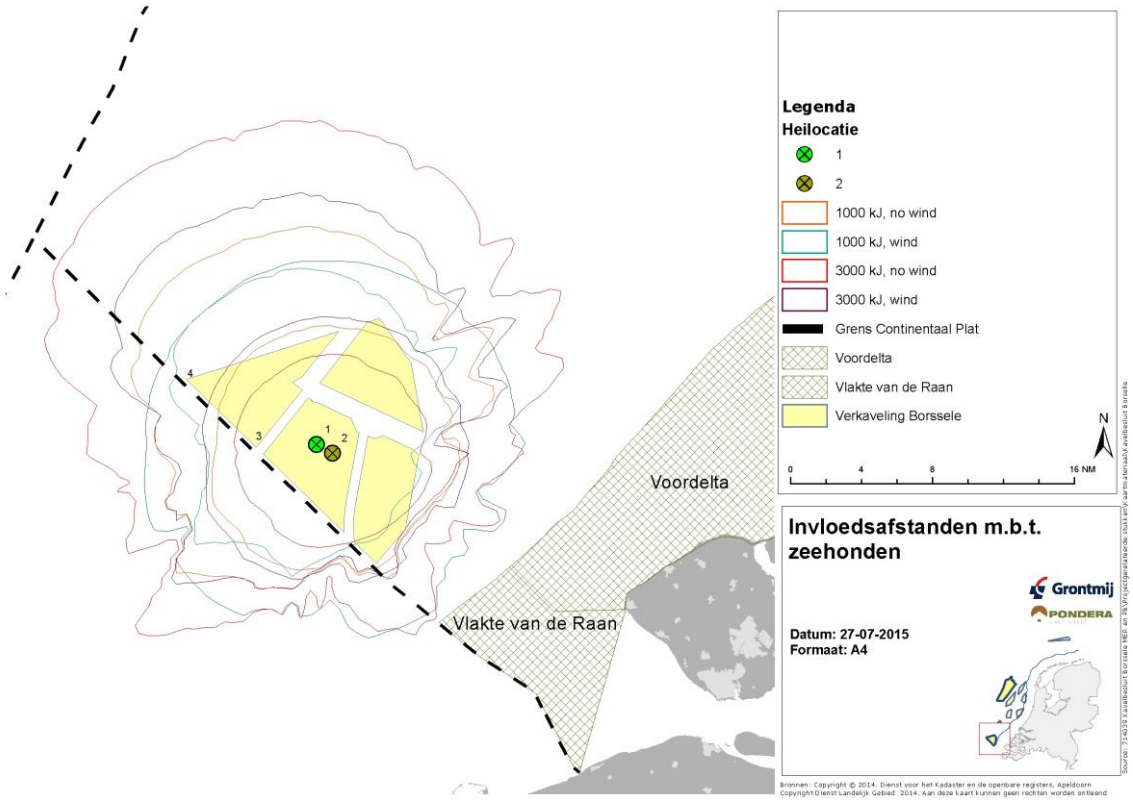
	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)		
	jan - mei	jun – aug	sep – dec
alternatief 1	179	170	150
alternatief 2	0*	184	175

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

Voordelta

In het Natura 2000-gebied Voordelta gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond. Voor de grijze zeehond betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de gewone zeehond is een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit van het leefgebied geformuleerd. Deze heeft betrekking op het zorgen voor meer rust op de droogvallende platen en zou moeten leiden tot een regionale Deltapopulatie van tenminste 200 exemplaren.

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Voordelta (zie figuur 6.2). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Voordelta instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Voordelta kunnen daarom worden uitgesloten.



Figuur 6.2 Overlap van verstoringscontouren van zeehonden met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel III van windpark Borssele.

Oosterschelde

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Oosterschelde. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Oosterschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het verstoorde gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in de Oosterschelde kunnen daarom worden uitgesloten.

Vlakte van de Raan

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie tabel 6.10). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen be-

staan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor bruinvissen ligt het door heigeluid verstoorde gebied op enige afstand van de het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan. Er is geen overlap met het verstoorde gebied. De kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed (directe externe werking). De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking). Het effect van deze indirecte externe werking op de bruinvispopulatie is reeds beschouwd bij het Natura 2000-gebied ‘Noordzeekustzone’ (zie tabel 6.11).

Westerschelde & Saeftinghe
Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Westerschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe kunnen daarom worden uitgesloten.

7 Cumulatie

7.1 Vogels

Voor de meeste aangewezen soorten in Natura 2000-gebieden geldt dat de aantallen slachtoffers geen substantieel deel van de PBR per soort bedragen en ook niet in cumulatie met andere parken in Europa. Op basis hiervan zijn significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden uitgesloten, een enkele uitzondering daargelaten.

De belangrijkste uitzondering vormt de kleine mantelmeeuw als niet-broedvogel. Voor deze soort blijken de cumulatieve aantallen slachtoffers als alle windparken in de Zuidelijke Noordzee worden beschouwd de PBR van de zuidelijke Noordzee populatie te overschrijden (Leopold *et al.* 2014, 2015, van der Wal 2015, Gyimesi & Fijn 2015). Daardoor zouden Natura 2000-populaties van deze soort mogelijk in gevaar komen. Echter in het traject voor de kavelbesluiten voor windenergiegebied Borssele is besloten om de cumulatieve effecten uitsluitend te beschouwen binnen de Nederlandse Noordzee. De cumulatieve aantallen slachtoffers kleine mantelmeeuwen in Nederlandse parken blijken wel ruim binnen de PBR van de Nederlandse Noordzee populatie te blijven. Op basis hiervan kan significatie worden uitgesloten.

Verder is ook de kleine zwaan een uitzondering op de regel. Deze soort heeft een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Door het ontbreken van soortspecifieke aantallen aanvaringsslachtoffers is het vooraf moeilijk om een kwantitatieve inschatting te geven van de potentiele additionele sterfte als gevolg van een windpark in kavel III. Echter op basis van verspreidingsgegevens van kleine zwanen in Nederland en Engeland is te beredeneren dat de grootste aantallen trekkende zwanen die de Noordzee overvliegen ten noorden van windenergiegebied Borssele langs zullen gaan. Daardoor zijn de aantallen slachtoffers onder kleine zwanen als gevolg van een windpark in kavel III in windenergiegebied Borssele verwaarloosbaar, dus eventuele cumulatieve effecten voor deze soort worden veroorzaakt door andere parken buiten windenergiegebied Borssele.

Cumulatieve effecten onder kolonie-broedende vogels waarop effecten te verwachten zijn (kleine mantelmeeuwen en grote sterns) zijn op voorhand uit te sluiten.

7.2 Zeezoogdieren

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van (de constructie van) windparken op zee. Dit betekent dat mogelijke effecten van continu geluid (w.o. scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, explosies en seismische surveys voor olie en gas) buiten beschouwing zijn gebleven.

7.2.1 Scenario's

Voor het verkrijgen van een indruk van de cumulatieve effecten van de constructie van de in kavel III en IV gelegen delen van het windpark Borssele op de zeezoogdieren van het NCP met andere initiatieven zijn de volgende scenario's beschouwd:

- Borssele: 2 parken in de periode januari – mei, geen overlap in verstoringscontouren (dat betekent 1 paal per 24 uur, dus om en om)

- Borssele: 1 park in de periode januari – mei, 1 in de periode september – december (verschillende volgorde)
- Borssele: 2 parken in de periode september - december

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor in het voorjaar zullen plaatsvinden (*worst case*). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid[4], bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de hei-energie 2.000 kJ bedraagt (aanname TNO). Verder is aangenomen dat 45% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt.

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er *worst case* van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringoppervlakten (waarddoor het totale aantal dierverstoringsdagen afneemt). Feitelijk is dit een onrealistische situatie; gelijktijdige aanleg van kavel III en IV volgens alternatief 2 in 1 seizoen past bijvoorbeeld niet (= totaal 6,3 maand ervan uitgaande dat er nooit op dezelfde dag wordt geheid) en al helemaal niet als dan ook voor Mermaid wordt geheid. Als voor de twee Borssele windparken alle funderingen op dezelfde dag zouden worden geheid ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elk contour een dag 'blijft'; dit zou een vermindering van het aantal dierverstoringsdagen betekenen en dus tot minder effecten leiden dan hier worst case is onderzocht.

7.2.2 Cumulatieve effecten op bruinvispopulatie

Voor de aanleg van de kavels III en IV in het windpark Borssele en het Belgische windpark Mermaid zijn in cumulatie significant negatieve effecten uit te sluiten. Uit de berekeningen zoals weergegeven in onderstaande ***Tabel*** 7.1 en ***Tabel 7.2***.2 blijkt dat bij aanleg van de kavels III en IV van het Borssele windpark, de maximaal toelaatbare populatiereductie op het NCP van 510 individuen niet wordt overschreden. Als in hetzelfde jaar als de twee Borssele windparken ook het Belgische windpark Mermaid zou worden aangelegd, kan de bruinvispopulatie op het NCP met 8 – 10 dieren extra afnemen. De jaarlijks toelaatbare afname van 510 dieren wordt daarmee nog steeds niet overschreden. N.B. Er is hierbij geen rekening gehouden met het feit dat bij de aanleg van de kavels III en IV van het Borssele windpark een deel van de verstoringscontour over het Belgische deel van het Continentaal Plat valt, waardoor strikt genomen een deel van de effecten daarvan niet aan het NCP zou hoeven te worden toegerekend.

Tabel 7.1 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken volgens alternatief 1 (38 turbines per kavel) in één jaar.

jan – mei	juni – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierversto-ringsdagen	Maximale populatiereductie	
					aantal dieren	% NCP
III, IV			76	34.086	376	0,7
III	IV		76	34.998	386	0,8
III		IV	76	34.048	376	0,7
IV	III		76	33.257	367	0,7
	III, IV		76	34.169	377	0,7
	III	IV	76	33.219	367	0,7
IV		III	76	32.300	356	0,7
	IV	III	76	33.212	366	0,7
		III, IV	76	32.262	356	0,7
Totaal NCP			**minimaal**	**32.262**	**356**	**0,7**
			maximaal	**34.998**	**386**	**0,8**

[4] Er is voor dit park gekozen, omdat de effecten van de constructie daarvan op de bruinvispopulatie naar verwachting het grootst zullen zijn. Dit heeft met de gemiddelde waterdiepte op de planlocatie te maken die van alle geplande parken op het BCP het grootst is. Het betreft dus een *worst case*.

Tabel 7.2 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken volgens alternatief 2 (95 turbines per kavel) in één jaar.

jan – mei	juni – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierversto-ringsdagen	Maximale populatiereductie	
					aantal dieren	% NCP
niet toegestaan	III, IV		190	35.150	387	0,8
niet toegestaan	III	IV	190	34.580	381	0,7
niet toegestaan	IV	III	190	34.295	378	0,7
niet toegestaan		III, IV	190	33.725	372	0,7
Totaal NCP			**minimaal**	**33.725**	**372**	**0,7**
			maximaal	**35.150**	**387**	**0,8**

7.2.3 Cumulatieve effecten op zeehondenpopulatie

Voor zeehonden zijn geen gegevens van verstoringscontouren voor het Belgische windpark Mermaid beschikbaar. Er is daarom uitgegaan van de resultaten van berekeningen die door TNO voor het aan Mermaid grenzende kavel IV zijn uitgevoerd. Daarbij zijn de gegevens van de twee onderzochte paalposities gemiddeld en is ook voor de twee onderzochte hei-energieën gemiddeld. Voor de bruinvis-berekeningen is voor Mermaid namelijk uitgegaan van een hei-energie van 2.000 kJ. De resultaten van de berekeningen staan in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**. Naar analogie van de berekeningen in het MER is ook een bandbreedte gegeven van het aantal mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van de kavels III en IV (beide alternatieven) en Mermaid zijn geheid (weergegeven als percentage van de Nederlandse populatie). Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord. De effecten op grijze zeehonden zijn naar verwachting kleiner, omdat de populatie veel kleiner is (en de totale aantallen op het NCP veel lager).

Tabel 7.3 Cumulatieve effecten van heigeluid op zeehonden op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

		Impulsdagen	Verstoorde dieren per geheide fundering	Dierverstorings dagen	% NCP
Borssele III/IV	alternatief 1	76	3	128	0,04 – 1,6
	alternatief 2	190	1	92	0,01 – 1,1
Mermaid		38	< 1	30	0,01 – 0,04
				cumulatief minimaal	0,05 – 0,04
				cumulatief maximaal	1,5 – 2,0

Uit het overzicht in tabel 7.3 blijkt dat de bijdrage van de aanleg van het Belgische Mermaid aan het totale cumulatieve effect zeer gering is. Dit is het gevolg van de zeer lage dichtheid van zeehonden in het bij de constructie van dit park door onderwatergeluid verstoorde gebied.

7.3 Cumulatieve effecten in één jaar op Natura 2000-gebieden

7.3.1 Bruinvis

De effecten van heigeluid tijdens het in één jaar aanleggen van twee kavels van het windpark Borssele en het Belgische Mermaid op het Natura 2000 gebied zijn reeds beschreven in paragraaf 7.2.2.

7.3.2 Zeehonden

Effecten van heigeluid tijdens het in één jaar aanleggen van twee kavels van het windpark Borssele en het Belgische Mermaid kunnen gevolgen hebben voor de in het Deltagebied gelegen Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor gewone en grijze zeehonden. Het betreft de Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde, Vlakte van de Raan en Westerschelde & Saeftinghe. Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Waddenzee en de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, zijn effecten uit te sluiten. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in deze gebieden dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt. De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een zone die breed genoeg is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden.

Er is sprake van een geringe indirecte externe werking. De totale omvang van het foerageergebied buiten de Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde, Vlakte van de Raan en Westerschelde & Saeftinghe neemt af (indirecte externe werking). Deze effecten worden als niet significant beoordeeld, omdat:

- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is. Ter illustratie: in het Deltagebied werden in de periode juli 2012 – juni 2013 gemiddeld 418 gewone zeehonden geteld (Arts et al., 2014); ervan uitgaande dat voor elk van deze dieren de kans even groot is dat zij bij aanvang van de heiwerkzaamheden in het verstoorde gebied aanwezig zijn dan zouden 158 (38%) van deze dieren eenmalig in hun normale gedrag worden verstoord bij aanleg van alternatief 1 + Mermaid; bij aanleg van alternatief 2 + Mermaid zouden dat er 122 (25%) zijn; dit is een dermate beperkte verstoring dat kan worden uitgesloten dat hierdoor effecten op het voortplantingssucces of de overlevingskans ontstaan en daarmee op de populatie;
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied, waardoor er geen sprake zal zijn van ‘verdichtingseffecten’ (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate groot is bedraagt, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

8 Literatuur

Degraer, S., W. Courtens, J. Haelters, K. Hostens, T. Jacques, F. Kerckhof, E. Stienen & G. Van Hoey (2010). Bepalen van instandhoudingsdoelstellingen voor de beschermde soorten en habitats in het Belgische deel van de Noordzee, in het bijzonder in beschermde mariene gebieden. Eindrapport in opdracht van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Directoraat-generaal Leefmilieu. Brussel, België. 132 pp.

Leopold, M.F., M. Booman, M.P. Collier, N. Davaasuren, R.C. Fijn, A. Gyimesi, J. de Jong, R. Jongbloed, B. Jonge Poerink, J.C. Kleyheeg-Hartman, K.L. Krijgsveld, S. Lagerveld, R. Lensink, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2015. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Report number C166/14. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Paelinckx, D., K. Sannen, V. Goethals, G. Louette, J. Rutten & M. Hoffmann, 2009. Gewestelijke doelstellingen voor de habitats en de soorten van de Europese Habitat- en Vogelrichtlijn voor Vlaanderen. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.M.2009.6. INBO, Brussel.

Rijkswaterstaat, 2015. Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee.

Bijlage 9

Verwerking advies Cie-m.e.r.

Verwerking van advies Commissie m.e.r. (8 juli 2015 / rapportnummer 3048-11) in MER

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
Essentiële punten		
1	Een beschrijving van de ligging en omvang van de windparken, de onderzochte bandbreedte aan (technische) invullingsmogelijkheden en de daaraan verbonden milieugevolgen.	Hoofdstuk 5 met informatie over de ligging en omvang van de kavels, de onderzochte bandbreedte. In de hoofdstukken daarna wordt per milieuaspect de verbonden milieugevolgen weergegeven.
2	Een duidelijk overzicht van de gevolgen voor beschermde soorten (met name zeezoogdieren en vogels) en beschermde gebieden (waaronder Natura 2000-gebieden) met daarbij een toetsing van deze gevolgen aan wet- en regelgeving en beleid.	In hoofdstuk 6 (vogels en vleermuizen) en hoofdstuk 7 (onderwaterleven) worden de gevolgen beschreven. In twee bijlagen, bijlage 8 en bijlage 7, wordt getoetst aan respectievelijk de Nb-wet en de Ff-wet.
3	Een overzicht van de mogelijke en van de (eventueel) benodigde maatregelen om nadelige effecten op natuur en scheepvaart te voorkomen of te mitigeren.	In elk hoofdstuk worden mitigerende maatregelen genoemd. Specifiek voor natuur worden mogelijke maatregelen gepresenteerd in hoofdstuk 6 en 7. Voor scheepvaart wordt dat gedaan in hoofdstuk 8. In hoofdstuk 13 (kavel IV) of hoofdstuk 14 (kavel III) wordt aangegeven welke maatregelen genomen worden in het voorkeursalternatief.
4	Samenvatting van het MER.	Na de titelpagina is een samenvatting opgenomen.
Aanbevelingen		
5	Ga in op de betekenis van relevante wet- en regelgeving en beleidsontwikkelingen	Met name in bijlage 2 (achtergrondrapportage Bureau Waardenburg) wordt ingegaan op de verschillende kaders en de betekenis voor de beoordeling van de milieueffecten. Wat betreft ASCOBANS vormt de doelstelling die daarin

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
		geformuleerd is een kader om te komen tot een maat voor toelaatbare effecten op bruinvissen. Dit wordt in het hoofdstuk onderwaterleven, achtergronddocument zeezoogdieren (bijlage 3) en in het KEC geadresseerd. Verder wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op wet- en regelgeving en relevante beleidskaders.
6	De Commissie adviseert in het MER aan te geven hoe de resultaten van het MER (kunnen) worden doorvertaald in voorschriften bij een kavelbesluit.	Het kavelbesluit wordt gelijktijdig met het MER gepubliceerd. In het kavelbesluit wordt aangegeven hoe de resultaten uit het MER zijn doorvertaald.
7	Geef in het MER aan welke besluiten voor realisatie van het elektriciteitsnet genomen moeten worden en hoe de besluitvorming daarover zich inhoudelijk en procedureel verhoudt tot die voor de kavels.	In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de elektrische infrastructuur. Verder is op diverse plaatsen in het MER aandacht voor realisatie van het elektriciteitsnet, zoals in paragraaf 1.1, 2.2 en 3.2.
8	Onderbouw in het MER of eventueel een derde transformatorstation (en dus opvulling van de kavels tot een gezamenlijk vermogen van 2.100 MW) een realistische optie is. Ga daarbij in op de mogelijkheden om ruimtegebruik voor andere activiteiten in het windenergiegebied Borssele te beperken zodat maximaal ruimte voor windenergie overblijft. Denk hierbij aan het minimaliseren van ruimte voor kabel- en leidingencorridors, transformatorstations en aanvliegroutes voor helikopters.	In hoofdstuk 4 verkaveling komt dit aan de orde.
9	Onderbouw in het MER of een hogere windturbinedichtheid een realistische optie is.	In paragraaf 4.1 komt dit aan de orde.
10	Onderbouw de locatiekeuze voor het innovatiekavel.	In paragraaf 4.5 komt dit aan de orde.
10	De Commissie adviseert de effecten van het voornemen op vogels afzonderlijk én in cumulatie te beschrijven. Maak hierbij een onderverdeling in de relevante soorten broedvogels, zeevogels en trekvogels. Neem een heldere methodebeschrijving van de gebruikte rekenmodellen (o.a. Bandmodel) op in het MER, met na te rekenen voorbeelden. De Commissie heeft de volgende aandachtspunten: - Broedvogels: hierbij kan de studie beperkt blijven tot soorten die op grote afstand van hun broedlocaties kunnen foerageren (zoals Kleine mantelmeeuw) en die het plangebied gedurende foerageervluchten kunnen passeren; - Zeevogels: besteed aandacht aan alle pelagische soorten die (in een deel van het jaar) in het plangebied verblijven om te rusten of te foerageren, dan wel dit gebied tijdens seizoenmigraties passeren (o.a. jagers). Beschrijf de verstoringsafstanden en het aanvaringsrisico. - Trekvogels: veel soorten migreren tussen het continent en de Britse eilanden. De Commissie acht het niet	Zie hoofdstuk 6 en bijlage 2 (Achtergrondrapportage Bureau Waardenburg)

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
	functioneel (of goed mogelijk) om de risico's voor al deze soorten afzonderlijk te kwantificeren. Dit kan daarom beter voor voorbeeldsoorten gebeuren. Selecteer hierbij soorten met voldoende 'nachttrekkers' die op rotorbladhoogte kunnen passeren. Schat de ordegrootte in van het totale aantal aanvaringsslachtoffers met een indicatieve verdeling over soortgroepen.	
11	Geef in het MER in ieder geval een korte beschrijving van de relevante soorten vleermuizen met trekkende populaties (waaronder de Ruige dwergvleermuis) en geef aan welke gevolgen voor trekkende populaties te verwachten zijn. De Commissie verwacht dat een kwalitatieve beschrijving, met een schatting van de ordegrootte van het aantal aanvaringsslachtoffers, kan volstaan.	Zie hoofdstuk 6 en bijlage 2 (Achtergrondrapportage Bureau Waardenburg)
12	Ga uit van recente aantallen en trends bij zeezoogdieren (Gewone en Grijze zeehond en Bruinvis). Voor de Borsselekavels zijn voor wat betreft zeehonden met name ligplaatsen in de Voordelta van belang. Geef aan de hand van een state of the art rekenmethode de te verwachten geluidcontouren behorende bij de te onderzoeken bandbreedtes in tabel 4.1 van de NRD. Houd ook rekening met seismisch vooronderzoek ten behoeve van de bouw van windturbines. Laat bij bovengenoemde soorten zien hoeveel dieren zich binnen de verschillende geluidcontouren kunnen bevinden, welke invloed het geluid heeft op hun gehoor (TTS, PTS) en (vlucht)gedrag en hoe het aantal beïnvloede dieren zich verhoudt tot het totale aantal binnen het Nederlands Continentaal Plat en de gehele Noordzee. Hanteer bij de beschrijving van effecten van onderwatergeluid ook worst-case scenario's: gebruik het regionale maximum van de dichtheid van de soort in het seizoen waarin de funderingen worden geplaatst. Besteed ook aandacht aan het bouwtempo van funderingen want dit bepaalt de mate waarin effecten zich telkens opnieuw voordoen en ook of steeds dezelfde dieren worden beïnvloed dan wel een ander deel van de populatie. Volg daarbij de aanbevelingen zoals opgenomen in de NRD. Geef een actueel overzicht van de (binnen afzienbare termijn) beschikbare mitigerende maatregelen, bijvoorbeeld om de emissie van heigeluid te reduceren. Laat daarbij zien welke milieuwinst kan worden bereikt en in hoeverre de technieken kansrijk c.q. inzetbaar zijn voor de kavels Borssele.	Zie hoofdstuk 7 en bijlage 3 (achtergrondrapportage HWE)
13	Geef in het MER een overzicht van relevante vissoorten binnen de eerder genoemde geluid-contouren en hun gevoeligheid voor heiwerkzaamheden. Enerzijds gaat het om beschermde vissoorten, anderzijds om vissoorten en bodemfauna die van belang zijn als voedsel voor vogels en zeezoogdieren.	Zie hoofdstuk 7.
14	Soortenbescherming: Sterfte door aanvaring (vogels) en geluid (zeezoogdieren)	Zie bijlage 7 met effecten op soorten in het kader van de Ff-wet.

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
	Geef aan voor welke vogelsoorten de sterfte ten gevolge van het voornemen ≥1% van de natuurlijke sterfte kan bedragen. Geef aan in hoeverre de huidige stand van de bruinvis beschouwd kan worden als de draagkracht van de soort en daarmee als basis voor het 80% ASCOBANS-criterium. Aantasting leefgebied (vogels, zeezoogdieren en vissen) Geef aan voor welke soorten sprake kan zijn van een wezenlijke aantasting van de kwaliteit van leefgebied door barrièrewerking en/of verstoring dan wel verandering van de voedselsituatie (bijvoorbeeld door de sterfte van vislarven). Beoordeel de gevolgen daarvan voor de draagkracht van de soort in het Noordzeegebied en voor de gunstige landelijke staat van instandhouding.	
15	Gebiedenbescherming Passende Beoordeling (PB) Betrek in de PB ook de gevolgen voor (toekomstige) Natura 2000-gebieden voor zover die via externe werking beïnvloed kunnen worden. Mitigerende maatregelen kunnen hierbij worden betrokken mits duidelijk is hoe bij de beoordeling wordt omgegaan met onzekerheden in milieueffecten en effectiviteit van mitigerende maatregelen. Indien (ook met mitigerende maatregelen) aantasting van natuurlijke kenmerken niet is uit te sluiten, geef dan aan hoe daarmee wordt omgegaan. Overige beschermde gebieden Beschrijf de gevolgen voor het onderwaterleven en vogels in Gebieden met Bijzondere Ecologische waarden (GBEW) en het National Natuur Netwerk (voorheen Ecologische Hoofdstructuur). In beginsel kan dit kwalitatief.	Zie hoofdstuk 6 en 7 en bijlage 2 met de achtergrondrapportage van Bureau Waardenburg en bijlage 3 met de achtergrondrapportage van HWE, alsmede de passende Beoordeling (bijlage 8).
16	De Commissie adviseert aandacht te geven aan onderstaande aspecten: - Geef in het MER duidelijk gedefinieerde schattingen (extrapolaties naar 2020) van de aantallen niet-routegebonden schepen, daarbij rekening houdend met het effect van cumulatie; - In het PlanMER voor kavels Borssele I en II wordt gesteld dat de effecten op de scheep-vaartveiligheid van het openstellen van de windparken voor niet-routegebonden scheep-vaart (schepen tot 24 m lengte) verwaarloosbaar zijn. Geef een zo mogelijk kwantitatieve onderbouwing van deze conclusie. Beschouw hierbij niet alleen het effect van driftende schepen, maar ook van aanvaring; - Presenteer de relatieve kans op aanvaring en de gevolgen daarvan voor een gebied in de directe omgeving van de beschouwde windparken, zowel voor routegebonden als voor niet-routegebonden scheepvaart; - Ga na of de criteria, zoals vastgelegd in het Handboek risicozonering windturbines (2013), van toepassing zijn op de scheepvaartveiligheid. Indien dit het geval is, pas deze criteria dan toe bij de beoordeling van de effecten op de scheepvaartveiligheid.	Zie hoofdstuk 8 over scheepvaartveiligheid en de bijbehorende bijlage van MARIN.

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
17	Het MER moet aangeven voor welke milieuaspecten die in de besluitvorming een belangrijke rol spelen, informatie ontbreekt, zodat de consequenties van het tekort beoordeeld kunnen worden. Geef ook aan of dat wat ontbreekt op korte termijn kan worden ingevuld. Bij de vergelijking van de uitgewerkt bandbreedtes en de toetsing daarvan aan projectdoelen en eventuele wettelijke grenswaarden dient expliciet rekening gehouden te worden met de onzekerheden in effectbepalingen. Geef daarvoor in het MER inzicht in: - de waarschijnlijkheid dat effecten optreden (best-case en worst-case); - de onzekerheden in de effectbepalingen en hun betekenis voor de vergelijking van de onderzochte bandbreedtes; - de wijze waarop en wanneer effecten geëvalueerd worden, bijvoorbeeld via een oplevertoets, en welke maatregelen 'achter de hand' beschikbaar zijn als projectdoelen en grenswaarden in de praktijk niet worden gehaald. Het MER moet ook een aanzet voor het monitoringprogramma bevatten. Maak bij het uitwerken daarvan gebruik van de ervaring van windparken die recent zijn aangelegd.	Zie hoofdstuk 13 over leemten in kennis en informatie en evaluatie en monitoring.

Bijlage 10

Aanzet monitorings- en evaluatieprogramma

1 Aanzet monitorings- en evaluatieprogramma (MEP)

1.1 Vogels en vleermuizen

Start met internationale workshop (kan zomer 2015 opgepakt worden) t.b.v. afstemmen MEP's en uitwisselen data

Verder:

1. *Aanvaringen meten*
   Hierbij wordt door middel van het toepassen van detecteersystemen (in prep) inzicht verkregen in aanvaringen, waardoor er validatie van de modellen plaatsvindt. Hierbij zullen ook fluxen moeten worden gemeten met een radarsysteem, veldtellingen worden gedaan en batdetectors uitgelezen worden. Dit is voor zowel vogels als vleermuizen. Hiermee kunnen aannames worden gevalideerd uit de modellen, en betere mitigatie worden ontworpen.
2. *Habitatverlies*
   Hierbij wordt gekeken in hoeverre habitatverlies dan wel –gewenning optreedt en hoe vogels om parken danwel om palen heenvliegen. Hiervoor zal gebruik worden gemaakt van internationale data-uitwisseling, Hidef-camera's en zenderen van vogels als Mantelmeeuwen en sterns. Hiermee worden aannames over habitatverlies gevalideerd en kunnen mitigerende maatregelen worden ontworpen (bijvoorbeeld optimale afstanden tussen de turbines vanuit vogels gezien).
3. *Prioritaire soorten*
   Er zijn een aantal trekvogelsoorten (o.a. Kleine Zwaan, Rotgans, Kanoet) geïdentificeerd die zeldzaam zijn en mogelijk negatieve effecten ondervinden van windmolenparken. Met zenderonderzoek en het internationaal uitwisselen van gegevens (monitoring voorkomen) kan hier meer zicht op worden gekregen zodat o.a. eventuele hoogtes van turbines kunnen worden bepaald. Hier kunnen betere mitigerende maatregelen mee worden ontworpen.
4. *10% sterfte Validatie*
   Bij habitatverlies is er een aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt bij vogels, op basis van meest recente literatuur. Deze aanname bepaalt in grote mate hoeveel oppervlak er door windmolenparken ingenomen kan worden, nu en in de toekomst voordat er significant negatieve effecten optreden. Door het valideren van deze aanname kan er meer (of minder) ruimte voor wind op ze komen.
5. *Populatie vleermuizen*
   Door gegevensuitwisseling en tellingen en data-analyse van de batdetectors zal meer inzicht gekregen worden in de grootte van de populaties vleermuizen die over de Noordzee trekken. Hiermee wordt de aanname gevalideerd dat de Ruige Dwergvleermuis over de PBR komt bij de huidige uitrol van internationale wind op zee.

1.2 Zeezoogdieren en vissen

Start met internationale workshop (kan zomer 2015 opgepakt worden) t.b.v. afstemmen MEP's en uitwisselen data

Verder:

1. *Akoestiek*
   Bij dit onderzoek zullen aannames worden gevalideerd waardoor er in de nabije toekomst een betere en goedkopere inschatting van de propagatie van onderwatergeluid gemaakt

kan worden in de MERren en PBs.

2. *Zeehonden*
   De meeste berekeningen zijn nu gedaan voor bruinvissen, voor zeehonden ontbreken deze berekeningen nog, o.a door het ontbreken van drempelwaarden voor PTS en avoidance en goed inzicht in de populatiegrootte. In dit onderzoek naar o.a. drempelwaarden en tagdata wordt er beter naar de zeehond gekeken, wat vooral van belang is voor het definiëren van betere mitigerende maatregelen specifiek t.b.v de zeehonden.
3. *Vissen*
   Vissen zijn belangrijk als voedselbron voor zeezoogdieren, en voor visserij. Er is momenteel nog weinig bekend over het gedrag van vissen en onderwatergeluid. In dit onderzoek wordt meer gekeken naar vissen zodat er duidelijkheid komt over de impact en mogelijke mitigerende maatregelen
4. *Verspreiding zeezoogdieren*
   Om te weten waar de zeezoogdieren zich ophouden seizoensgebondenheid), en waarom ze zich ergens ophouden en zodanig de juiste locatie voor Wind op Zee of (effectiviteit van) mitigerende matregelen te kunnen bepalen is het belangrijk om te weten waar en waarom zeezoogdieren zich op een bepaalde plaats in de Noordzee bevinden of juist niet. Ook de internationale migratie tussen de verschillende Noordzeedelen van de landen is hierbij belangrijk.
5. *Relatie respons vs populatie, PCOD & DEPONS, uitbreiding zeehonden*
   In dit onderzoek worden de aannames uit de modellen die gebruikt worden voor de berekeningen van de populatieconsequenties op bruinvissen en zeehonden gevalideerd en/of nader ingevuld en vergeleken. Hiermee wordt meer duidelijkheid verkregen over de key-factoren waardoor zeezoogdieren beïnvloed worden. Aan de hand daarvan kunnen passende mitigerende maatregelen worden bepaald.
6. *Bruinvis* (Energetica, Foerageer efficiëntie, Tagging)

Bij dit onderzoek wordt de populatiedynamica van bruinvis nader bekeken, en welke key-factoren van invloed zijn op de overleving.

Bijlage 11

Veiligheidsstudie voor scheepvaartcorridors



VEILIGHEIDSSTUDIE VOOR SCHEEPVAARTCORRIDORS WINDENERGIEGEBIED BORSSELE

Eindrapport

Rapport Nr. : 27894-2-MSCN-rev.2
Datum : 10 april 2015

Paraaf Management:

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 47 99 11
F +31 317 49 32 45

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

VEILIGHEIDSSTUDIE VOOR SCHEEPVAARTCORRIDORS WINDENERGIEGEBIED BORSSELE

Opdrachtgever : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt

Revisienr.	Status	Datum	Auteur	Opmerkingen	Voor gezien
0	Concept	24-03-2015	L. van Schaijk, Y. Koldenhof		
1	Concept	30-03-2015	L. van Schaijk, Y. Koldenhof	Aanpassingen n.a.v. bespreking met RWS op 26 maart 2015	W.H. van Iperen
2	Eind	10-04-2015	L. van Schaijk, Y. Koldenhof	Aanpassingen n.a.v. commentaar op conceptrapporten	

INHOUDSOPGAVE

Pag.

1 INLEIDING 5

2 DOELSTELLING 5

3 WERKWIJZE 6
3.1 SAMSON 6
3.2 Modelinvoer en uitgangspunten 8
3.2.1 Verkeer 8
3.2.2 Gebruikte modellen 10

4 RESULTATEN 11
4.1 Resultaten verkeersanalyse en uitgangspunten verkeersscenario's 11
4.2 Verkeersdatabases 13
4.2.1 Verkeersscenario A: aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en geen corridor voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter 14
4.2.2 Verkeersscenario B: aanwezigheid windenergiegebied inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 45 meter 15
4.2.3 Verkeersscenario C: aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor verkeer tot 80 meter 16
4.2.4 Verkeersscenario D: aanwezigheid windenergiegebied Borssele inlcusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor verkeer tot 80 meter m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil 17
4.3 Kwantitatieve effecten scheepvaartveiligheid 18
4.3.1 Aanvaar- / aandrijffrequenties windenergiegebied 18
4.3.2 Gevolgschade aanvaring/aandrijving windenergiegebied 21
4.3.2.1 Schade aan het schip 21
4.3.2.2 Schade aan de windturbines 21
4.3.2.3 Milieuschade 21
4.3.3 Kwantitatieve effecten voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur (buiten aanvaring met turbines) 26
4.3.4 Conclusies kwantitatieve risicoanalyse 28
4.4 Kwalitatieve risicoanalyse entry en exit points van de corridor 29
4.4.1 Oostelijk entry/exit point 30
4.4.2 Noordwestelijke entry/exit point 39
4.4.3 Kruisen van de corridor door scheepvaart tot 24 meter 45
4.5 Kwalitatieve analyse voor vissen in de corridor 45

5 CONCLUSIES 46

REFERENTIES 50

APPENDIX A TURBINEPOSITIES A1

APPENDIX B RESULTATEN VERKEERSSCENARIO A B1
Appendix B1: Resultaten 3MW-variant B1
Appendix B2: Resultaten 10MW-variant B14

APPENDIX C RESULTATEN VERKEERSSCENARIO B C1
Appendix C1: Resultaten 3MW-variant C1
Appendix C2: Resultaten 10MW-variant C14

APPENDIX D RESULTATEN VERKEERSSCENARIO C D1
Appendix D1: Resultaten 3MW-variant D1
Appendix D2: Resultaten 10MW-variant D14

APPENDIX E RESULTATEN VERKEERSSCENARIO D E1
Appendix E1: Resultaten 3MW-variant E1
Appendix E2: Resultaten 10MW-variant E14

APPENDIX F RESULTATEN VERKEERSSCENARIO ZONDER DOORVAART EN CORRIDOR F1

APPENDIX G TOELICHTING GEBRUIKTE MODELLEN EN METHODE G1

APPENDIX H MEMO 'VERKEERSANALYSE RONDOM WINDENERGIEGEBIED BORSSELE' H1

1 INLEIDING

De aanwezigheid van een offshore windpark heeft consequenties voor de routes van het scheepvaartverkeer in de buurt van het windpark. Hierdoor heeft een offshore windpark dus indirect en direct effect op de scheepvaartveiligheid in een gebied.
Sommige schepen moeten alternatieve routes kiezen of omvaren, resulterend in veranderde transportkosten en emissies. De veranderingen van de verkeersstromen rond het windpark kunnen bovendien resulteren in toename van het aanvaringsrisico van schepen onderling (indirect effect). Daarnaast heeft een windpark een direct effect op de verkeersveiligheid door het aanvaar- of aandrijfrisico van de turbines door de schepen.

Voor kavels I en II van windenergiegebied Borssele heeft MARIN een veiligheidsstudie uitgevoerd naar de effecten van deze kavels op de scheepvaartveiligheid. Als aanvulling op deze studie zijn EZ en Rijkswaterstaat geïnteresseerd in de effecten van een scheepvaartcorridor ter hoogte van de Farland North kabel op de scheepvaartveiligheid en eventueel van de corridors in noord-zuidrichting. In een overleg op 20 januari 2015 tussen MARIN en Rijkswaterstaat is besloten deze studie los te koppelen van de windparkstudies voor kavels I en II.

Dit rapport beschrijft de veiligheidsstudie voor de corridors in het offshore windenergiegebied Borssele die MARIN in opdracht van Grontmij heeft uitgevoerd.

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. Een deel van de beschrijving van de werkzaamheden is opgenomen in de Appendix, omdat de werkwijze in hoofdlijnen overeenkomt met een standaardstudie naar de effecten van een windpark en dus de inhoud van deze paragrafen wellicht al bekend is.
De resultaten voor de verschillende verkeersscenario's worden gegeven in Hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies van de studie.

2 DOELSTELLING

Doelstelling van de studie is het bepalen van de effecten van het benutten van corridors in windenergiegebied Borssele door scheepvaart, ontstaan als gevolg van de aanwezigheid van kabels en de bijbehorende onderhoudszones, op de scheepvaartveiligheid. Hierbij worden zowel de aanvaringsfrequenties van de turbines als de effecten op het algemene veiligheidsniveau rond het windenergiegebied door het verplaatsen van de verkeersstromen bepaald. Daarnaast wordt er voor de oost-westcorridor kwalitatief gekeken naar de risico's bij het uit- en invaren van de corridor en naar het effect op de risico's van verkeer in de corridor indien het gehele windenergiegebied wordt opengesteld voor verkeer kleiner dan 24 meter en indien er wordt gevist in de corridor.
Het doel van de studie is nadrukkelijk het beschrijven van het effect van het benutten van de corridors in het windenergiegebied door scheepvaart; het doel van de studie is niet het beschrijven van het effect van het windenergiegebied zelf ten opzichte van een situatie zonder windenergiegebied.

3 WERKWIJZE

In dit hoofdstuk wordt de generieke werkwijze bij veiligheidsstudies voor windparken beschreven. De aanpak voor het bepalen van de effecten van een windpark op de scheepvaartveiligheid komt in grote lijnen overeen met de aanpak die gevolgd is voor het beschouwen van het effect van het openstellen van een corridor.
Een deel van de effecten is op een kwantitatieve manier beschouwd en een deel op een kwalitatieve manier.

Door het openstellen van een corridor veranderen de verkeersstromen in het gebied. Op basis van deze aangepaste verkeersstromen (verkeersdatabases) is de veiligheid gekwantificeerd. Deze analyse kan in drie stukken worden opgedeeld:

- Aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines;
- Aanvaar- en aandrijfkansen voor de platforms binnen het windenergiegebied (platforms van TenneT);
- Effecten op de scheepvaartveiligheid buiten het windenergiegebied:
    - Aantal aanwezige schepen
    - Aantal afgelegde mijlen
    - Aantal verwachte aanvaringen tussen schepen onderling
    - Aantal verwachte strandingen.

Alle bovenstaande effecten zijn gekwantificeerd met behulp van het SAMSON-model, op een vergelijkbare manier als gedaan is voor de voorgaande studies naar de effecten van een windpark (kavelbesluit). Ook al is de werkwijze op veel punten gelijk aan die van een studie naar het effect van een windpark, is het doel van de huidige studie niet het beschrijven van het effect van het windenergiegebied ten opzichte van een situatie zonder windenergiegebied. In deze studie zal de situatie waarbij het windenergiegebied aanwezig is, vergeleken worden met de situatie met het windenergiegebied waarbij de oost-westcorridor wordt opengesteld voor scheepvaart van verschillende scheeps- en lengteklassen.

Een uitgebreide beschrijving van de methode van een standaard windparkstudie is opgenomen in Appendix G.

De beschrijving in dit hoofdstuk is op veel punten identiek aan de beschrijving uit voorgaande windparkstudies, maar wijkt ook op een aantal onderdelen af. In 3.3 worden tevens de modelinvoer en uitgangspunten beschreven zoals deze gebruikt worden in deze studie.

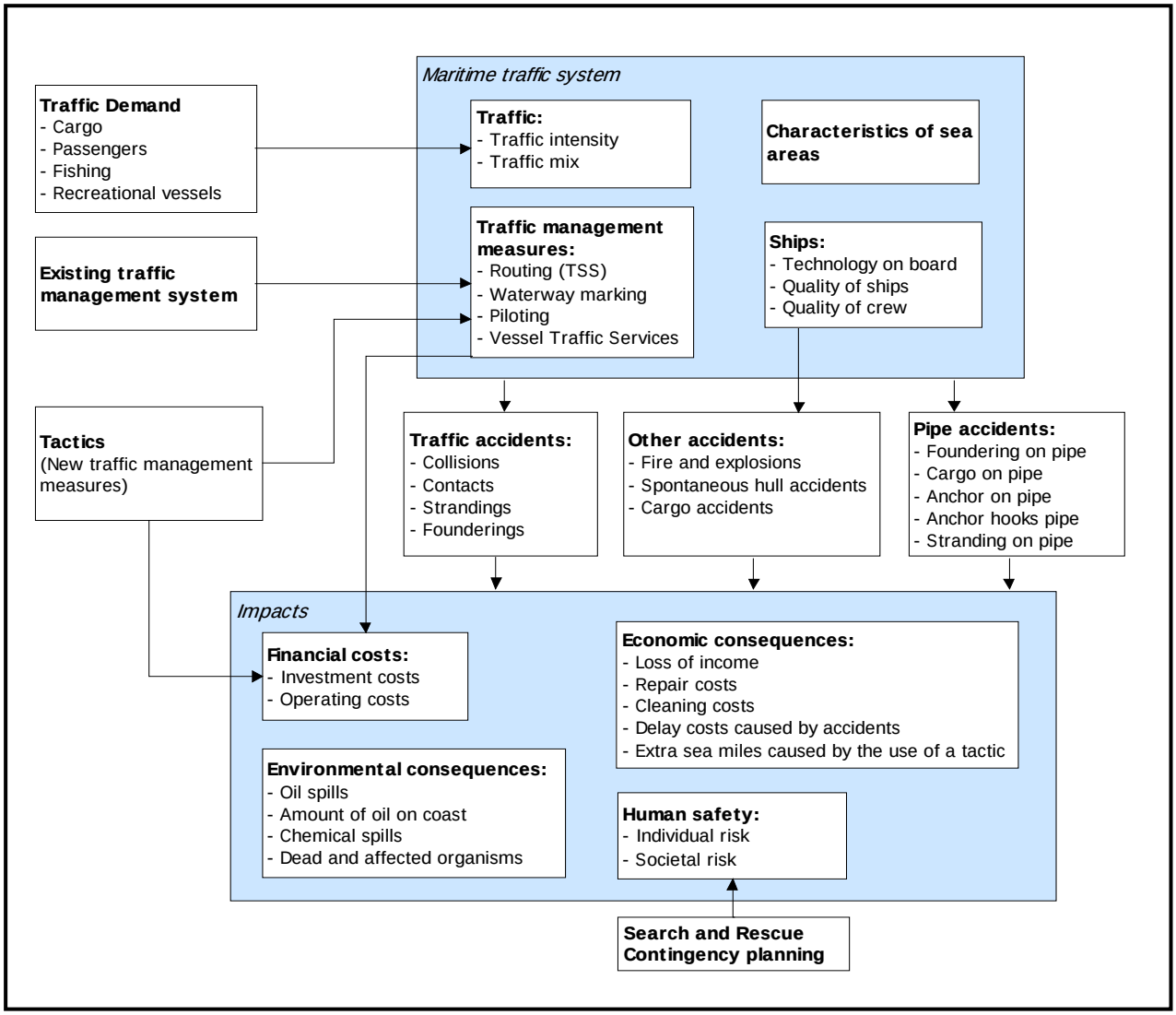
3.1 SAMSON

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 Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle typen 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” (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok “Impacts” bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.



Figuur 3-1 Systeemdiagram SAMSON

3.2 Modelinvoer en uitgangspunten

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

3.2.1 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 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 en veiligste verbindingen tussen havens omvatten; er wordt rekening gehouden met ondieptes, diepgang van schepen en andere obstakels.
De linkstructuur gaat uit van de nieuwe routestructuur op de Noordzee, zoals deze vanaf 1 augustus 2013 geldt. In deze routestructuur is al rekening gehouden met de mogelijke ontwikkeling van een aantal toekomstige windparken. Daarnaast wordt er uitgegaan van de volledige afsluiting van het windenergiegebied aan de Belgische zijde; doorvaart is hier niet mogelijk.
De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes zijn 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 List Intelligence (voorheen Lloyd’s Marine Intelligence Unit) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt, betrof alle scheepsreizen van het jaar 2012. Bij het toewijzen van het verkeer worden de aantallen schepen varend van vertrekpunt A naar bestemming B uit 2012 gerouteerd over de huidige routestructuur.

Op basis van deze verkeersintensiteiten van 2012 is een voorspelling gemaakt voor de intensiteiten in 2020 aan de hand van de groei in het zeegebied tussen Antwerpen en Hamburg in de periode 2000 tot 2012. De gemiddelde groei in het Antwerpen-Hamburg zeegebied in deze periode laat een daling zien van 0,4% in het aantal scheepsbewegingen en een groei van 3,6% in de scheepsgrootte, maar toont aanzienlijke verschillen voor de verschillende scheepstypes en scheepsgroottes. Met deze verschillen wordt rekening gehouden in de verkeersdatabase voor 2020. De afname in het aantal scheepsbewegingen heeft voornamelijk in de laatste jaren plaatsgevonden als gevolg van de crisis, in de studie “Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied Hollandse Kust” [3] werd namelijk nog een groei in de scheepsbewegingen gezien van 0,5% per jaar. Toen werden de aantallen uit 2000 vergeleken met die van 2008. Verwacht wordt dat in ieder geval tot 2014 het aantal scheepsbewegingen nog afneemt als gevolg van de crisis en schaalvergroting in de

scheepvaart, zoals ook blijkt uit de resultaten van de studie ”Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel” [4], maar dat het aantal scheepsbewegingen in de komende jaren weer toe zal nemen.
In deze studie wordt daarom opnieuw uitgegaan van een groei van 0,5% per jaar ten opzichte van het niveau in 2012. Dit niveau is lager dan het aantal scheepsbewegingen in 2008, de uiteindelijke intensiteiten in 2020 zullen daarmee lager uitkomen dan eerder werd verwacht [3]. Daarnaast is de verwachting dat de intensiteiten van de verkeersdatabase voor 2020 pas enkele jaren later worden bereikt vanwege de huidige crisis.

Voor de verschillende verkeersscenario’s worden verschillende verkeersdatabases gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het *routegebonden* verkeer niet door kavels I, II, III en IV van windenergiegebied Borssele vaart. Alle kavels worden afgesloten voor routegebonden verkeer aangezien ze allemaal onderdeel zijn van het aangewezen windenergiegebied.

Het *niet-routegebonden* verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. 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 is gebaseerd op de aantallen voortgekomen uit het VerkeersOnderzoek 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 werd een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai voer zag, werd de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later werden andere scheepskenmerken toegevoegd en werden alle waarnemingen verwerkt.

Binnenkort kan een betere verdeling van deze scheepvaart bepaald worden aangezien steeds meer niet-routegebonden schepen al dan niet verplicht zijn uitgerust met een AIS-transponder. Voor de tussenfase is voor de visserij op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) gebruik gemaakt van de Vessel Monitoring Through Satellite (VMS) gegevens van 2009 van Nederlandse vissersschepen op het NCP. VMS-gegevens zijn satellietgegevens met informatie over de verspreiding van de visserijvloot door de tijd. Vissersschepen groter dan 15m waren in dat jaar VMS-plichtig. Aangezien de VMS-gegevens gevoelige informatie bevatten, kon de data alleen anoniem voor de Nederlandse vloot ter beschikking worden gesteld. Het aandeel van de Nederlandse vloot op het NCP is 80%. Daarom zijn de cijfers vermenigvuldigd met 1.25. Door een koppeling met EU-logboeken (VIRIS database) is de scheepslengte achterhaald. De activiteit van een schip op het moment van registratie (varend of vissend) is vastgesteld op basis van de vaarsnelheid, het vistuig en in sommige gevallen het motorvermogen van het schip.

Voor de berekeningen van het niet-routegebonden verkeer wordt voor het NCP en BCP gebruik gemaakt van de verkeersdichtheid voor de visserij, supply-, werk- en recreatievaart op basis van de VONOVI-vluchten van 1999-2001. Voor het NCP is hierbij de verkeersdichtheid voor de visserij vervangen door de VMS-gegevens van 2009. Deze VMS-gegevens, in vergelijking met de visserijgegevens van de VONOVI-vluchten, toonden aan dat er sinds 2000 een daling van 40% in de visserijbeweging heeft plaatsgevonden. Deze inkrimping van 40% in de 9 jaar tussen 2000 en 2009 wordt ook voor het Belgische deel van de Noordzee als realistisch ervaren door experts en is

daarom voor het BCP ingebracht in de scenario's in deze studie. Aangezien het niet bekend is hoe de visserij zich verder ontwikkelt is er geen verdere afname van de visserij gemodelleerd. Het overgrote deel van de niet-routegebonden scheepvaart bestaat uit vissers.

3.2.2 Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van de verschillende verkeersscenario's te kunnen vergelijken zijn de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Contact met een vast object (windturbine en platforms TenneT)
    - 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)

De effecten op de aanvaar- en aandrijffrequenties voor platforms (buiten het windenergiegebied) en pieren als gevolg van een verandering in de verkeersafwikkeling worden niet berekend. De platforms en pieren op de Noordzee liggen namelijk zo ver van het windenergiegebied en de gewijzigde verkeersstromen af waardoor deze frequenties niet veranderen.

4 RESULTATEN

4.1 Resultaten verkeersanalyse en uitgangspunten verkeersscenario's

Als voorbereiding op het berekenen van de effecten van de corridors voor de scheepvaart is een analyse uitgevoerd naar de verkeersstromen in het gebied in de periode augustus 2013 tot en met juli 2014. De resultaten van deze analyse zijn opgeleverd in Appendix H.

De belangrijkste waarnemingen waren:

- Verkeer dat in westelijke en oostelijke richting door windenergiegebied Borssele vaart is voornamelijk afkomstig uit de Westerschelde of gaat richting de Westerschelde. Een enkel RoRo-schip tussen Zeebrugge en Humber vaart door het windenergiegebied.
- De omvang van het aantal schepen in noord- en zuidwaartse richting is kleiner dan het aantal schepen in oost- en westwaartse richting en dit zijn met name schepen groter dan 100 meter. Bovendien varen deze schepen door de kavels waar in de toekomst de Belgische windparken Seastar en Rentel gebouwd gaan worden.
- Voor de recreatievaart en visserij is de AIS-data niet volledig. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de VONOVI-gegevens in combinatie met VMS-gegevens uit 2009 (3.2.1).
- Schepen met loodsplicht varen waarschijnlijk niet door de oost-westcorridor omdat het beloodsen over het algemeen noordelijker plaatsvindt dan de ingang van de oost-westcorridor.

De analyses uit Appendix H zijn besproken met Rijkswaterstaat en enkele vertegenwoordigers van het Loodswezen, de Kustwacht en de recreatievaart. Op basis hiervan en het afwegingskader in ogenschouw nemende zijn de volgende uitgangspunten voor de verkeersscenario's vastgesteld.

Noord-zuidcorridor
Doordat er geen relevante verkeersstromen zijn in noord-zuid richting en er op termijn geen vaarroutes mogelijk zijn vanwege de volledige afsluiting van het windenergiegebied aan de Belgische zijde worden de noord-zuidcorridors niet verder onderzocht in deze studie. Daarnaast wordt er uitgegaan van onderhoudszones van 1000 meter rondom de kabels waardoor en geen "vrije zee" meer is voor schepen om te varen.

Oost-westcorridor
Voor de oost-westcorridor worden de volgende verkeersscenario's beschouwd:

A. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en geen corridor voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter;
B. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 45 meter;
C. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter;
D. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil.

In alle verkeerscenario's beschouwd in deze studie wordt dus uitgegaan van de aanwezigheid van het windenergiegebied. Hiervoor wordt het gehele gebied, met uitzondering van een eventuele corridor, afgesloten van verkeer groter dan of gelijk aan 24 meter. Voor de doorvaart voor schepen tot 24 meter wordt aangenomen dat de corridor geen verkeersaantrekkende of –mijdende werking heeft op dit verkeer omdat de onzekerheid en onvoorspelbaarheid van het gedrag van deze scheepvaart te groot is. Daarnaast wordt aangenomen dat het windenergiegebied aan de Belgische zijde volledig afgesloten is voor al het verkeer.

Voor ieder van deze scenario's worden twee configuraties doorgerekend; een variant met 3MW-turbines en een variant met 10MW-turbines. De turbineposities zijn in detail gegeven in Appendix A. Een overzicht van de gegevens per configuratie is gegeven in Tabel 4-1. Deze configuratiegegevens zijn gekozen om zowel de 'worst case' als de 'best case' resultaten te verkrijgen voor de verschillende scenario's maar zijn niet realistisch voor 3MW- en 10MW-turbines.

Tabel 4-1 Configuratiegegevens varianten windenergiegebied Borssele

	Turbines			Fundering	
Variant	Aantal	Vermogen	Rotor diameter	Type	Afmeting
Bor_3MW	468	3 MW	121 m	jacket	17 x 17 m
Bor_10MW	140	10 MW	221 m	monopile	Ø 10 m

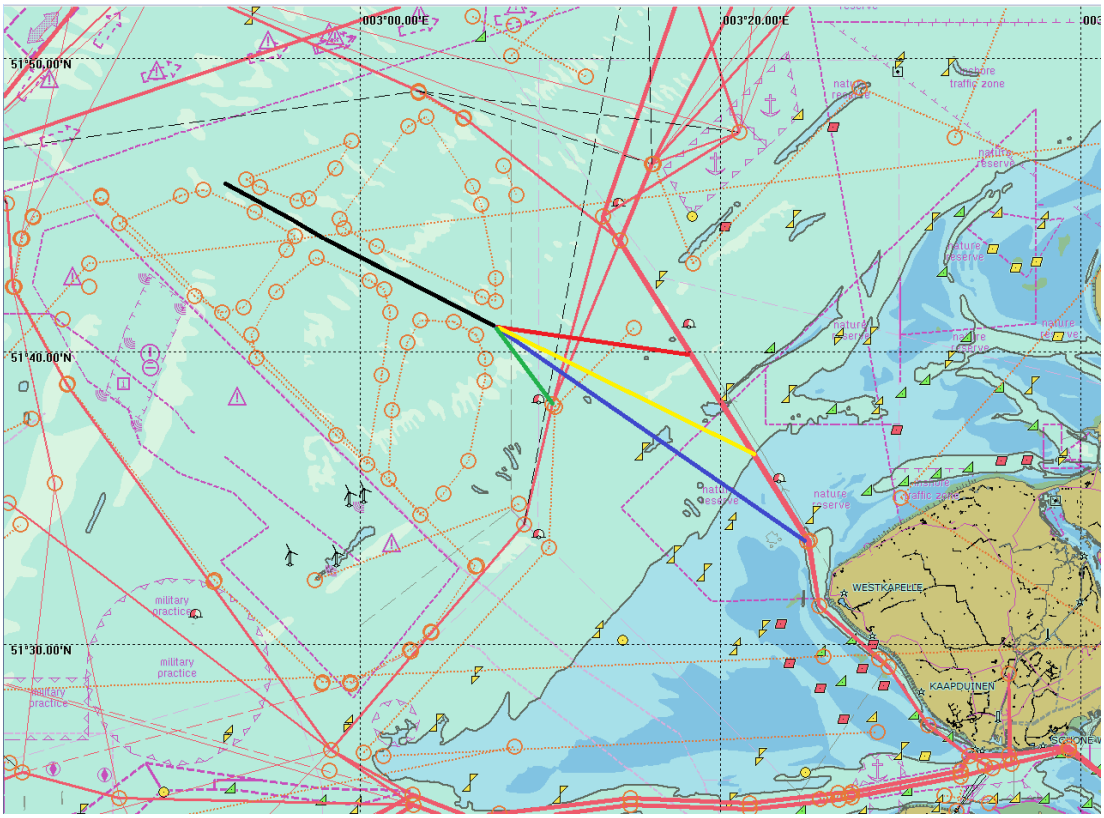
Daarnaast zijn voor ieder verkeersscenario de aanvaar- en aandrijffrequenties, de uitstroomfrequenties van lading- en bunkerolie en de uitstroomfrequenties van chemicaliën voor de platforms Alpha en Bèta bepaald. Deze zijn los van de configuraties van het windenergiegebied doorgerekend. De posities van de platforms zijn weergegeven in Figuur B1-1; de configuratiegegevens van de platforms staan in Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Configuratiegegevens platforms Alpha en Beta

	Fundering	
Variant	Type	Afmeting (l x b)
Platforms Alpha & Bèta	Jacket	50 x 30 m

Het routegebonden verkeer dat gebruikmaakt van de oost-westcorridor is verkeer van en naar de Westerschelde via het Oostgat. In deze studie wordt verondersteld dat dit verkeer gebruik zal maken van de blauwe route zoals is aangegeven in Figuur 4-1, in beide richtingen. Kleinere vissersschepen en recreatievaart zullen mogelijk gebruikmaken van de gele en rode route, met een lage intensiteit. Omdat dit gaat om niet-routegebonden verkeer worden deze routes niet meegenomen voor de routegebonden verkeersdatabases. De groene route wordt ook niet meegenomen in deze studie aangezien deze route minder relevant lijkt te zijn; dit zijn schepen die via de Geul van de Walvischstaart willen varen en zeegaande zandzuigers. Vanwege een lage intensiteit wordt verwacht dat deze route weinig risico voor de scheepvaart oplevert. Verder wordt verondersteld dat er geen routegebonden verkeer is vanuit loodspost Steenbank richting het Kanaal via de corridor; deze schepen zullen vermoedelijk aan de noordkant van het park langs varen omdat dit korter is.

Routegebonden verkeer van en naar de Westerschelde via Wielingen zal onder de Belgische windparken langs varen.



Figuur 4-1 ***Mogelijke routes door de Westpit van het verkeer dat door de corridor gaat. Op de achtergrond de zeekaart en de verkeersdatabase voor verkeersscenario A (geen corridor). De zwarte lijn geeft indicatief de route door de corridor weer.***

Voor het verkeer in de oost-westcorridor wordt verondersteld dat het verkeer (in beide richtingen) door het midden van de corridor vaart waarbij aan de oostkant van de corridor het midden aangehouden wordt tussen de platforms en de kavels aan de noordzijde. Hierbij wordt aangenomen dat verkeer niet onderlangs platform Alpha zal varen. Deze aannames zijn gemaakt uitgaande van goed zeemanschap.
Aangezien de corridor aan de oostkant breder is dan aan de westkant is voor het gedeelte van de vaarroute rechts van platform Alpha gekozen voor een bredere verdeling van de verkeersstromen in beide richtingen.

4.2 Verkeersdatabases

Op basis van de uitgangspunten zoals beschreven in 4.1 zijn de verkeersdatabases behorend bij de verschillende verkeersscenario's gemaakt. Deze verkeersdatabases zijn gebaseerd op de routestructuur sinds 1 augustus 2013 en de intensiteiten voorspeld voor 2020 en worden hieronder visueel weergegeven. Voor meer informatie over de verkeersdatabases zie 3.2.1.

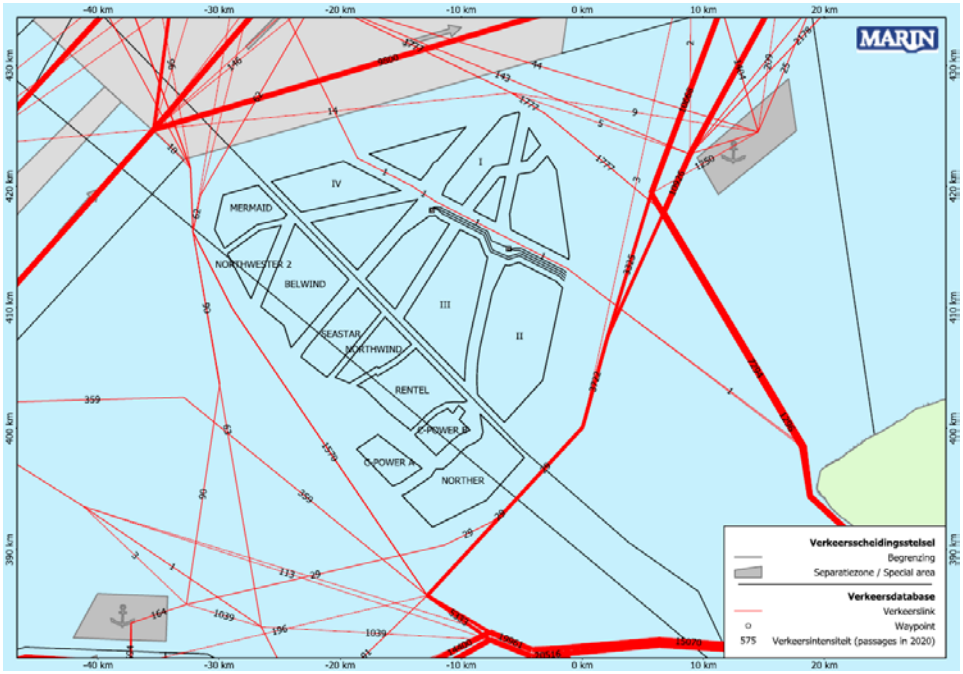
Het routegebonden verkeer dat in de verschillende verkeersscenario's door de corridor mag, is geselecteerd op basis van de scheepslengte gegeven in het schepenbestand van Lloyd's List Intelligence. Voor de schepen waarvoor geen scheepslengte opgegeven was, is de selectie gemaakt op basis van de gemiddelde lengte behorend bij de verschillende scheepstypes en -groottes.

Voor het niet-routegebonden verkeer wordt verondersteld dat er doorvaart is voor schepen tot 24 meter in het park. Er wordt enkel verkeer toegelaten tot de corridor volgens de vastgestelde verkeersscenario's. De selectie in deze schepen is gemaakt op basis van de gemiddelde lengte van de niet-routegebonden schepen voor de verschillende scheepstype- en –grootteklassen.

4.2.1 Verkeersscenario A: aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en geen corridor voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter

In scenario A is het uitgangpunt dat het windenergiegebied gebouwd is en dat doorvaart toegestaan is voor schepen tot 24 meter. Deze schepen zullen dus ook gebruikmaken van de oost-westcorridor. Naast niet-routegebonden schepen is ook een klein deel van de routegebonden schepen kleiner dan 24 meter. Dit betekent dat deze schepen ook door het park mogen varen. In het verkeersscenario is nu aangenomen dat deze routegebonden schepen gebruik zullen maken van de corridor in plaats van dwars door het park te varen.

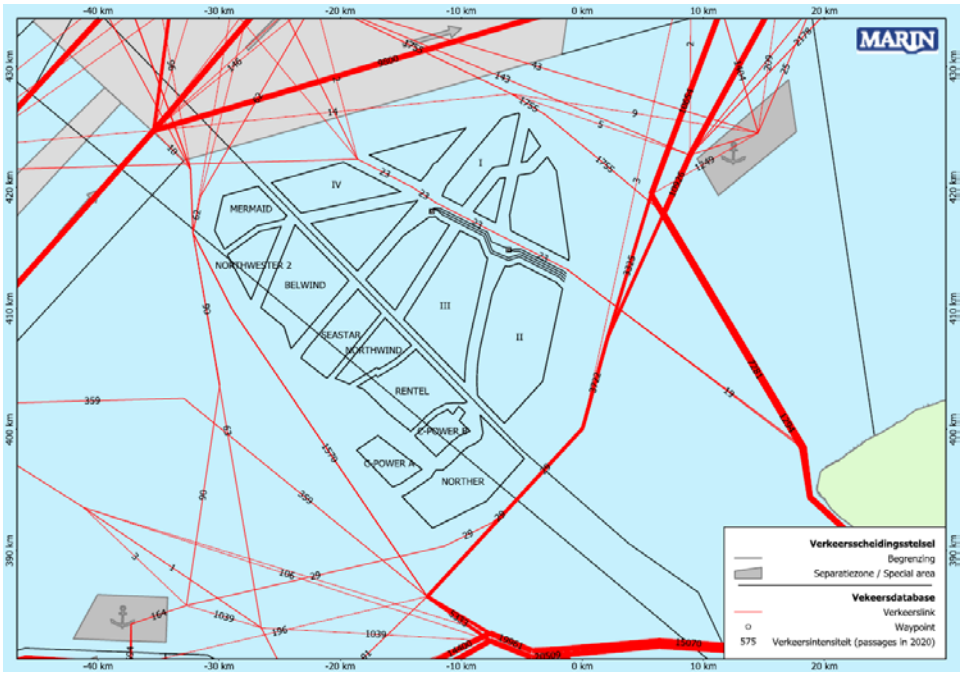
De routegebonden verkeersdatabase wordt weergegeven in Figuur 4-2. Het aantal passages door de corridor is twee per jaar; één in beide richtingen. Dit aantal is laag omdat er in de routegebonden verkeersdatabase (koopvaardijschepen) nauwelijks schepen kleiner dan 24 meter zitten. Dit zijn met name niet-routegebonden schepen. Deze (niet-routegebonden) schepen, tot een lengte van 24 meter, worden in dit scenario toegelaten tot het windenergiegebied. Voor het niet-routegebonden verkeer wordt gewerkt met gemiddeld 0.3812 schip aanwezig in het windenergiegebied, dus eens op de 2.6 observaties is er een schip aanwezig. Dit verkeer bevind zich in de corridor of tussen de turbines (doorvaart voor verkeer tot 24 meter).



Figuur 4-2 ***Verkeersdatabase voor 2020 voor verkeersscenario A waarbij geen schepen groter dan of gelijk aan 24 meter worden toegelaten tot de oost-westcorridor***

4.2.2 Verkeersscenario B: aanwezigheid windenergiegebied inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 45 meter

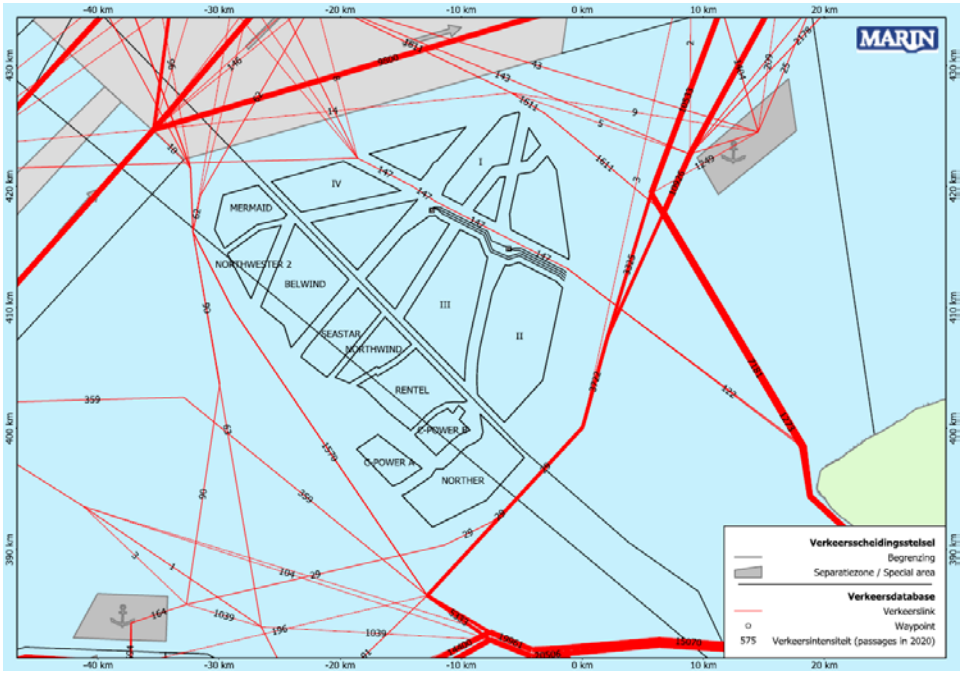
De routegebonden verkeersdatabase voor scenario B wordt weergegeven in Figuur 4-3. Het aantal passages door de corridor is 46; 23 passages per jaar in beide richtingen. Voor het niet-routegebonden verkeer wordt verkeer tot 45 meter toegelaten in de corridor. Hierbij wordt gewerkt met gemiddeld 0.3812 schip aanwezig in het windenergiegebied, dus eens op de 2.6 observaties is er een schip aanwezig. Dit verkeer bevind zich in de corridor of tussen de turbines (doorvaart voor verkeer tot 24 meter). Dit aantal verschilt nauwelijks ten opzichte van het niet-routegebonden verkeer in scenario A; in de niet-routegebonden verkeersdatabase zijn er dus weinig schepen tussen de 24 en 45 meter aanwezig in het windenergiegebied.



Figuur 4-3 Verkeersdatabase voor 2020 voor verkeersscenario B waarbij schepen tot 45 meter worden toegelaten tot de oost-westcorridor

4.2.3 Verkeersscenario C: aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor verkeer tot 80 meter

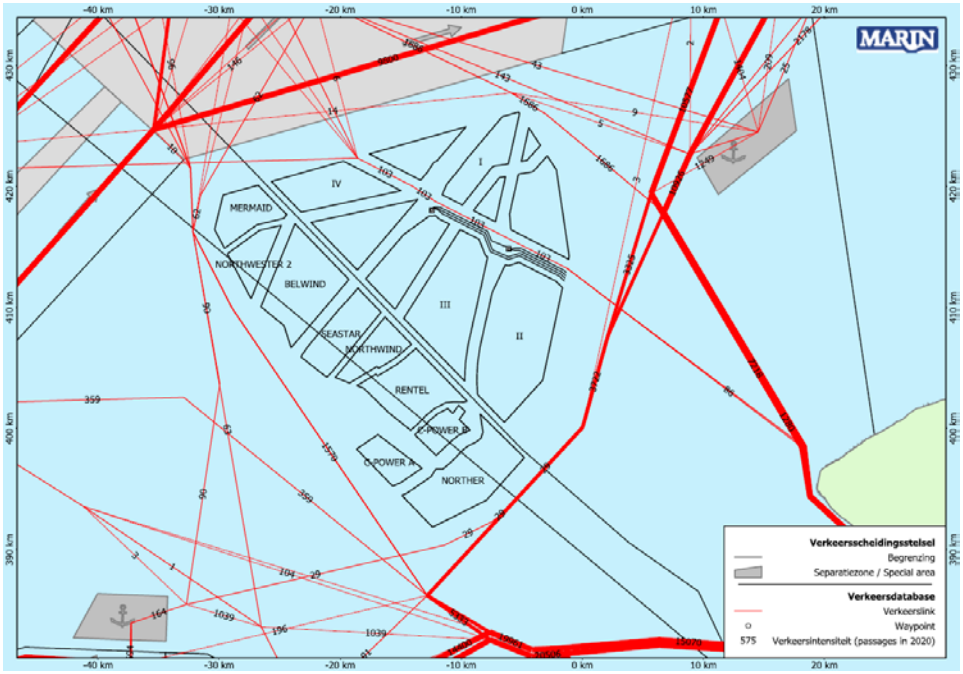
Voor het routegebonden verkeer wordt de verkeersdatabase weergegeven in Figuur 4-4. Het aantal passages door de corridor is 167 in westelijke richting en 147 in oostelijke richting (per jaar). Voor het niet-routegebonden verkeer wordt verkeer tot 80 meter toegelaten tot de corridor. Hierbij wordt gewerkt met gemiddeld 0.4948 schip aanwezig in het windenergiegebied, dus eens op de 2 observaties is er een schip aanwezig. Dit verkeer bevind zich in de corridor of tussen de turbines (doorvaart voor verkeer tot 24 meter).



Figuur 4-4 ***Verkeersdatabase voor 2020 voor verkeersscenario C waarbij schepen tot 80 meter worden toegelaten tot de oost-westcorridor***

4.2.4 Verkeersscenario D: aanwezigheid windenergiegebied Borssele inlcusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor verkeer tot 80 meter m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil

Voor dit scenario wordt de routegebonden verkeersdatabase weergegeven in Figuur 4-5. Het aantal passages door de corridor is 92 in westelijke richting en 103 in oostelijke richting (per jaar). Voor het niet-routegebonden verkeer worden schepen tot 80 meter toegelaten tot de corridor; deze schepen zijn allemaal niet van het type Chemical, LPG, LNG of Oil. Er wordt dan ook gewerkt met hetzelfde gemiddelde aantal aanwezige niet-routegebonden schepen als in verkeersscenario C; 0.4948 schip. Ofwel, eens op de 2 observaties is er een schip aanwezig in het windenergiegebied. Dit verkeer bevind zich in de corridor of tussen de turbines (doorvaart voor verkeer tot 24 meter).



Figuur 4-5 ***Verkeersdatabase voor 2020 voor verkeersscenario D waarbij schepen tot 80 meter, m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil, worden toegelaten tot de oost-westcorridor***

4.3 Kwantitatieve effecten scheepvaartveiligheid

De kwantitatieve effecten voor de scheepvaart van het openstellen van een corridor door het windenergiegebied zijn bepaald voor de volgende factoren:

- Aanvaar- en aandrijffrequenties voor de turbines en de beide platforms van TenneT in windenergiegebied Borssele (4.3.1). Hierbij worden de routegebonden schepen in de tabellen verkort weergegeven met “R-schepen” en de niet-routegebonden schepen met “N-schepen”.
- Overige effecten voor de scheepvaart in de EEZ als gevolg van de verschillende verkeersscenario’s (4.3.3):
    - Aantal aanwezige schepen;
    - Veiligheid (ongevalfrequenties);
    - Economisch effect;
    - Emissies.

Voor alle bovengenoemde effecten zijn de resultaten van de verschillende verkeersscenario’s vergeleken om de effecten te kunnen beschrijven. In 4.3.4 worden alle kwantitatieve effecten samengevat en naast elkaar gezet. Het doel van de vergelijking is om het effect van de corridor zichtbaar te maken. Deze studie heeft niet als doel het effect van het windenergiegebied te beschrijven ten opzichte van het scenario zonder windenergiegebied.

In Appendix F worden de effecten samengevat van het verkeersscenario waarbij helemaal geen verkeer wordt toegelaten tot windenergiegebied Borssele. Omdat het doel van de huidige studie het bepalen van het effect van de corridor is, is dit scenario (met volledige afsluiting) niet gebruikt in de vergelijking. Daarnaast is de modellering van SAMSON niet toereikend om het effect van volledige doorvaart voor iedere individuele turbine goed te bepalen. Wel is de modellering toereikend om het totale effect van het toelaten van het verkeer in het gebied te berekenen. Daarom kunnen de resultaten van volledige afsluiting (Appendix F) en verkeersscenario A niet zuiver gebruikt worden om de effecten van doorvaart alleen te bepalen (hetgeen ook niet het doel van de studie is).

4.3.1 Aanvaar- / aandrijffrequenties windenergiegebied

Door de aanwezigheid van het windenergiegebied Borssele 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. De resultaten van deze berekeningen worden gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windenergiegebied.

In Tabel B1-1 van Appendix B staan voor variant Bor_3MW de aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine bij verkeersscenario A (situatie inclusief windenergiegebied, doorvaart tot 24 meter en geen corridor voor verkeer ≥24 meter). Figuur B1-1 toont een grafische weergave hiervan.

In Tabel B1-2 in Appendix B staat het totaal verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor het gehele windenergiegebied.
Uit deze tabellen en figuren blijkt dat de windturbines aan de noordoostkant van het park een relatief hoge aanvaarkans hebben vergeleken met de turbines in het midden en aan de west- en zuidkant van het gebied. Dit komt doordat de noord- en zuidwaartse verkeersbewegingen door de Westpit en de westgaande verkeersbaan vanuit het Oostgat dichter langs het windenergiegebied liggen dan de overige (drukke) verkeersbanen rond het windenergiegebied. De zuidelijke routes worden tevens op afstand gehouden door het windenergiegebied aan de Belgische zijde.

Tabel 4-3 bevat de aanvaar-/aandrijffrequenties per jaar voor beide varianten gesommeerd over alle windturbines en voor de platforms. Uit de tabel blijkt dat voor variant Bor_3MW de frequenties hoger zijn dan voor variant Bor_10MW. Dit komt vooral door het hogere aantal turbines. Daarnaast zijn de frequenties voor scenario C (schepen tot 80 meter worden toegelaten tot de corridor) het grootst, gevolgd door respectievelijk scenario's D, B en A. De maximale aanvaar- en aandrijffrequentie voor variant Bor_3MW, voor verkeersscenario C, is 0.300309. Dit betekent dat in dit verkeersscenario een aanvaring met een 3MW-turbine eens in de 3.3 jaar voorkomt.

Omdat het absolute verschil tussen de scenario's klein is, is het relatieve verschil van de scenario's ten opzichte van scenario A (alleen doorvaart voor schepen tot 24 meter in het windenergiegebied), gegeven in Tabel 4-4. De toename in de frequenties wordt grotendeels bepaald door de toename in de aanvaringen van het niet-routegebonden verkeer. De aanvaringsfrequenties van de platforms zijn voor verkeersscenario's C en D voor het routegebonden verkeer veel hoger dan voor scenario A doordat het nu slechts om 2 platforms in de corridor gaat in plaats van om 468 of 140 turbines in het gehele windenergiegebied; het relatieve effect voor de turbines is kleiner omdat de meeste turbines op grote afstand liggen van de corridor waardoor een verandering in het verkeer dat door de corridor mag varen nauwelijks effect heeft op de aanvaringsfrequenties van deze turbines. De totale toename in frequentie is relatief klein; de totale toename voor de turbines is maximaal 6.34% (ten opzichte van 0.282412 voor verkeersscenario A) en voor de platforms 10.07% (ten opzichte van 0.004420 voor verkeersscenario A) voor het scenario dat alle schepen tot 80 meter toegelaten worden tot de corridor.

Daarnaast zijn in Tabel 4-5 de gemiddelde frequenties per turbine gegeven, aangezien deze frequenties voornamelijk afhangen van het aantal turbines. Hieruit blijkt dat voor alle verkeersscenario's de gemiddelde frequentie voor een turbine in variant Bor_3MW hoger is dan voor variant Bor_10MW. De net iets grotere kansen op een aanvaring of aandrijving per windturbine voor scenario's A tot en met D van variant Bor_3MW zijn het gevolg van de grotere afmeting van de jacket ten opzichte van de monopaal.

De verwachte energieopbrengst per jaar is voor beide configuraties van de windturbines nagenoeg gelijk. Het weergeven van de frequenties per verwachte eenheid energieopbrengst per jaar, zoals bij eerdere vergelijkbare studies is gedaan, heeft daarom geen toegevoegde waarde en wordt in deze studie weggelaten.

Tabel 4-3 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor windenergiegebied Borssele per variant***

Variant **Borssele**	Aantal turbines	Verkeers-scenario	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_3MW	468	**A** (alleen doorvaart)	0.010636	0.074661	0.182106	0.015009	0.282412
		B (corridor <45m)	0.010648	0.074684	0.182495	0.015194	0.283021
		C (corridor <80m)	0.011261	0.082161	0.183891	0.022996	0.300309
		D (corridor <80m geen tankers)	0.010879	0.082161	0.183309	0.022996	0.299345
Bor_10MW	140	**A** (alleen doorvaart)	0.003014	0.017710	0.053552	0.003607	0.077883
		B (corridor <45m)	0.003017	0.017715	0.053652	0.003648	0.078032
		C (corridor <80m)	0.003138	0.019153	0.054032	0.005629	0.081952
		D (corridor <80m geen tankers)	0.003063	0.019153	0.053872	0.005629	0.081717
Platforms Alpha & Bèta		**A** (alleen doorvaart)	0.000005	0.003428	0.000853	0.000134	0.004420
		B (corridor <45m)	0.000008	0.003428	0.000860	0.000135	0.004432
		C (corridor <80m)	0.000122	0.003665	0.000889	0.000189	0.004865
		D (corridor <80m geen tankers)	0.000056	0.003665	0.000877	0.000189	0.004787

Tabel 4-4 ***Relatieve verandering in aanvaar-/aandrijffrequenties t.o.v. verkeersscenario A (geen corridor)***

Variant **Borssele**	Verkeersscenario	Relatief t.o.v. scenario A (geen corridor)				Totaal aantal per jaar
		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_3MW	**B** (corridor <45m)	0.11%	0.03%	0.21%	1.23%	0.22%
	C (corridor <80m)	5.88%	10.05%	0.98%	53.21%	6.34%
	D (corridor <80m geen tankers)	2.28%	10.05%	0.66%	53.21%	6.00%
Bor_10MW	**B** (corridor <45m)	0.10%	0.03%	0.19%	1.14%	0.19%
	C (corridor <80m)	4.11%	8.15%	0.90%	56.06%	5.22%
	D (corridor <80m geen tankers)	1.63%	8.15%	0.60%	56.06%	4.92%
Platforms Alpha & Bèta	**B** (corridor <45m)	60%	0.00%	0.90%	0.77%	0.26%
	C (corridor <80m)	2340%	6.91%	4.26%	40.83%	10.07%
	D (corridor <80m geen tankers)	1020%	6.91%	2.85%	40.83%	8.30%

Tabel 4-5 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine per jaar voor windenergiegebied Borssele per variant***

Variant **Borssele**	Verkeersscenario	Relatief t.o.v. scenario A (geen corridor)				Totaal aantal per jaar
		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_3MW	**A** (alleen doorvaart)	2.27E-05	1.60E-04	3.89E-04	3.21E-05	6.03E-04
	B (corridor <45m)	2.28E-05	1.60E-04	3.90E-04	3.25E-05	6.05E-04
	C (corridor <80m)	2.41E-05	1.76E-04	3.93E-04	4.91E-05	6.42E-04
	D (corridor <80m geen tankers)	2.32E-05	1.76E-04	3.92E-04	4.91E-05	6.40E-04
Bor_10MW	**A** (alleen doorvaart)	2.15E-05	1.27E-04	3.83E-04	2.58E-05	5.56E-04
	B (corridor <45m)	2.16E-05	1.27E-04	3.83E-04	2.61E-05	5.57E-04
	C (corridor <80m)	2.24E-05	1.37E-04	3.86E-04	4.02E-05	5.85E-04
	D (corridor <80m geen tankers)	2.19E-05	1.37E-04	3.85E-04	4.02E-05	5.84E-04

4.3.2 Gevolgschade aanvaring/aandrijving windenergiegebied

4.3.2.1 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 van verkeeersscenario A gegeven in Tabel B1-3 in de appendix. De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen.
De onderlinge vergelijking vindt plaats in 4.3.2.3 bij de behandeling van de uitstroom van bunker- en ladingolie.

4.3.2.2 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 frequenties van deze verschillende types voor het gehele windenergiegebied gesommeerd, is voor de eerste variant van verkeersscenario A gegeven in Tabel B1-4 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 impactenergieniveaus is gegeven in Tabel B1-5.
Figuur B1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties. Met deze figuur wordt weergegeven hoe vaak aanvaringen met een bepaalde impact voorkomen. Het aantal aanvaringen dat een impact heeft boven een bepaalde energiewaarde, zal afnemen naarmate die drempelwaarde (op de y-as) toeneemt. De lijnen lopen dus richting de y-as.

4.3.2.3 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 B1-6 wordt voor de eerste variant de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende volumeklassen voor de uitstroom. In Tabel B1-7 wordt de frequentie van de uitstroom van ladingolie gegeven. Voor de uitstroom van ladingolie wordt uitgegaan van enkelwandige tankers. In Tabel B1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale frequentie van een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per variant van de turbines en voor de platforms is gegeven in
Tabel 4-6. Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van bunker- en ladingolie bepaald, bijvoorbeeld 1/(0.009492+0.003015)≈80 jaar voor een aandrijving van een 3MW-turbine bij verkeersscenario A.
De relatieve verandering in deze uitstroom ten opzichte van verkeersscenario A (scenario zonder corridor) wordt gegeven in Tabel 4-7. Let op: een toename in de uitstroomfrequentie betekent een afname in “Eens in de … jaar”.

Uit Tabel 4-7 volgt dat de verwachte uitstroomfrequentie van olie voor alle scenario’s stijgt ten opzichte van het scenario zonder corridor (voor schepen >24m). De relatieve stijging is echter maximaal 2.17% en dit is voor de aanvaringen met een platform. De tabel laat ook zien dat de verwachte uitstroom afneemt wanneer tankers tot 80 meter niet door de corridor mogen (t.o.v. het scenario waarbij verkeer tot 80 meter door de corridor mag). Dit wordt deels veroorzaakt door het feit dat de intensiteit door de corridor afneemt wanneer tankers geweerd worden.

Tabel 4-6 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Variant **Borssele**	Verkeersscenario	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
Bor_3MW[1]	**A** (alleen doorvaart)	0.009492	105	6.356	0.003015	332	18.757	80
	B (corridor <45m)	0.009492	105	6.356	0.003015	332	18.757	80
	C (corridor <80m)	0.009555	105	6.360	0.003016	332	18.757	80
	D (corridor <80m geen tankers)	0.009523	105	6.357	0.003015	332	18.757	80
Bor_10MW[1]	**A** (alleen doorvaart)	0.002804	357	1.918	0.000908	1102	5.687	269
	B (corridor <45m)	0.002804	357	1.918	0.000908	1102	5.687	269
	C (corridor <80m)	0.002821	354	1.919	0.000908	1102	5.687	268
	D (corridor <80m geen tankers)	0.002812	356	1.918	0.000908	1102	5.687	269
Platforms Alpha & Bèta[1]	**A** (alleen doorvaart)	0.000044	22714	0.028	0.000014	73301	0.084	17341
	B (corridor <45m)	0.000044	22714	0.028	0.000014	73301	0.084	17341
	C (corridor <80m)	0.000045	22089	0.028	0.000014	73280	0.084	16973
	D (corridor <80m geen tankers)	0.000045	22417	0.028	0.000014	73301	0.084	17167
Gehele NCP (zonder windparken)[2]		0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2

[1] De uitstroom als gevolg van een aandrijving van een turbine/platform
[2] De uitstroom als gevolg van een ongeval (alle verschillende typen) op het gehele NCP zonder windparken en zonder de platforms in deze studie [7]. Hierbij is nog uitgegaan van de oude routestructuur op de Noordzee, en niet de situatie sinds augustus 2013.

Tabel 4-7 Relatieve verandering in de uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie ten opzichte van verkeersscenario A (geen corridor)

Variant **Borssele**	Verkeersscenario	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
		Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemid-delde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemid-delde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie
Bor_3MW[1]	**B** (corridor <45m)	0.00%		0.00%	0.00%		0.00%	0.00%
	C (corridor <80m)	0.66%		0.07%	0.01%		0.00%	0.50%
	D (corridor <80m geen tankers)	0.32%		0.02%	0.00%		0.00%	0.24%
Bor_10MW[1]	**B** (corridor <45m)	0.00%		0.00%	0.00%		0.00%	0.00%
	C (corridor <80m)	0.61%		0.06%	0.01%		0.00%	0.46%
	D (corridor <80m geen tankers)	0.29%		0.02%	0.00%		0.00%	0.22%
Platforms Alpha & Bèta[2]	**B** (corridor <45m)	0.00%		0.00%	0.00%		0.00%	0.00%
	C (corridor <80m)	2.83%		0.32%	0.03%		0.00%	2.17%
	D (corridor <80m geen tankers)	1.32%		0.09%	0.00%		0.00%	1.01%

Naast de uitstroom van olie veroorzaakt ook de uitstroom van chemicaliën schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk. De mate waarin een bepaalde stof schadelijk is, wordt aangeduid met het ecologisch risico. In Tabel 4-8 worden per verkeersscenario de frequenties gegeven van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine of platform. De relatieve verandering in de uitstroom van chemicaliën ten opzichte van verkeersscenario A (scenario zonder corridor) wordt gegeven in Tabel 4-9. Hieruit valt duidelijk op te maken dat in scenario's A, B en D geen tankers zitten; de verandering in de verwachte uitstroom van chemicaliën is nul procent. Voor scenario C (schepen tot 80 meter in de corridor) is de toename in de verwachte uitstroom het grootst voor aandrijvingen met de platforms.

Tabel 4-8 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine of platform per variant en verkeersscenario***

Variant **Borssele**	Ecologische risico-indicator	Verkeersscenario			
		A	**B**	**C**	**D**
Bor_3MW	Zeer hoog ecologisch risico	0.000394	0.000394	0.000400	0.000394
	Hoog ecologisch risico	0.000078	0.000078	0.000079	0.000078
	Gemiddeld ecologisch risico	0.000200	0.000200	0.000200	0.000200
	Gering ecologisch risico	0.000786	0.000786	0.000814	0.000786
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000904	0.000904	0.000928	0.000904
	Totaal	0.002363	0.002363	0.002421	0.002363
	Eens in de … jaar	423	423	413	423
Bor_10MW	Zeer hoog ecologisch risico	0.000115	0.000115	0.000116	0.000115
	Hoog ecologisch risico	0.000022	0.000022	0.000023	0.000022
	Gemiddeld ecologisch risico	0.000059	0.000059	0.000059	0.000059
	Gering ecologisch risico	0.000227	0.000227	0.000235	0.000227
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000261	0.000261	0.000268	0.000261
	Totaal	0.000685	0.000685	0.000701	0.000685
	Eens in de … jaar	1459	1459	1426	1459
Platforms Alpha & Bèta	Zeer hoog ecologisch risico	0.000003	0.000003	0.000003	0.000003
	Hoog ecologisch risico	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
	Gemiddeld ecologisch risico	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
	Gering ecologisch risico	0.000005	0.000005	0.000006	0.000005
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002
	Totaal	0.000011	0.000011	0.000012	0.000011
	Eens in de … jaar	88814	88814	80201	88814

Tabel 4-9 ***Relatieve verandering in de frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine of platform t.o.v. verkeersscenario A (geen corridor)***

Variant **Borssele**	Ecologische risico-indicator	Relatief t.o.v. scenario A (geen corridor)		
		B	**C**	**D**
Bor_3MW	Zeer hoog ecologisch risico	0.00%	1.43%	0.00%
	Hoog ecologisch risico	0.00%	0.85%	0.00%
	Gemiddeld ecologisch risico	0.00%	0.05%	0.00%
	Gering ecologisch risico	0.00%	3.53%	0.00%
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.00%	2.68%	0.00%
	Totaal	0.00%	2.47%	0.00%
	Eens in de … jaar	0.00%	-2.41%	0.00%
Bor_10MW	Zeer hoog ecologisch risico	0.00%	1.30%	0.00%
	Hoog ecologisch risico	0.00%	0.79%	0.00%
	Gemiddeld ecologisch risico	0.00%	0.04%	0.00%
	Gering ecologisch risico	0.00%	3.24%	0.00%
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.00%	2.70%	0.00%
	Totaal	0.00%	2.36%	0.00%
	Eens in de … jaar	0.00%	-2.30%	0.00%
Platforms Alpha & Bèta	Zeer hoog ecologisch risico	0.00%	6.05%	0.00%
	Hoog ecologisch risico	0.00%	3.58%	0.00%
	Gemiddeld ecologisch risico	0.00%	0.66%	0.00%
	Gering ecologisch risico	0.00%	17.10%	0.00%
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.00%	5.72%	0.00%
	Totaal	0.00%	10.74%	0.00%
	Eens in de … jaar	0.00%	-9.70%	0.00%

4.3.3 Kwantitatieve effecten voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur (buiten aanvaring met turbines)

Naast de mogelijke aanvaringen met windturbines kan de aanwezigheid van het windenergiegebied ook op andere gebieden effect hebben op de scheepvaart. Zo zorgt omvaren van schepen voor extra kosten en zal door omvaren de dichtheid op de verkeersroutes op zee toenemen. Bovendien heeft het routeren van bepaalde klasse schepen door de corridor, en daarmee een verandering van intensiteiten, ook een mogelijk effect op de onderlinge ontmoetingen van schepen, en daarmee ook op het risico van onderlinge aanvaringen. Tabel 4-10 geeft de effecten van de verschillende verkeersscenario's op de scheepvaartongevallen buiten het windenergiegebied voor de EEZ (Exclusieve Economische Zone) als gevolg van de veranderingen in de vaarroutes ten opzichte van het verkeersscenario zonder corridor (scenario A).

Aantal aanwezige schepen

In de bovenste rijen van de tabel staan in de laatste vier kolommen de effecten op de aantallen aanwezige schepen per scheepstype. De eerste kolom hiervan geeft het absolute aantal aanwezige schepen onder verkeersscenario A (zonder corridor). De kolommen daarnaast geven de relatieve verschillen weer voor de verschillende scenario's ten opzichte van verkeersscenario A (zonder corridor).
Het gemiddeld aantal schepen aanwezig binnen de EEZ zal door het openstellen van de corridor nauwelijks afnemen. Alleen voor de scenario's waarbij schepen tot 45 en tot 80 meter worden toegelaten is een kleine afname zichtbaar. Dit wordt veroorzaakt door de kortere route die schepen kunnen varen door de corridor.
Wel is een (kleine) toename van het aantal aanwezige niet-routegebonden schepen zichtbaar. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat in verkeersscenario's C en D meer schepen door de corridor mogen en daarmee langer aanwezig zijn op zee dan in het geval ze uit het gehele windenergiegebied geweerd worden.

Veiligheid

In de tabel staat onder 'veiligheid' het effect van de veranderde routes op het aantal ongevallen weergegeven per ongevalstype. Ook hierbij wordt in de eerste kolom de absolute waarde voor verkeersscenario A (zonder corridor) gegeven en in de kolommen daarna het relatieve verschil voor de verschillende scenario's ten opzichte van verkeersscenario A (zonder corridor).
Ook hierbij is zichtbaar dat het effect zeer klein is. De verwachte (kleine) afname van het aantal aanvaringen is het meest zichtbaar bij het scenario waarbij schepen tot 80 meter worden toegelaten tot de corridor. De toename die zichtbaar is voor het ongevalstype zinken wordt veroorzaakt door de toename in het gemiddeld aantal aanwezige niet-routegebonden schepen.

Economisch effect

Het economisch effect komt tot uitdrukking in het aantal afgelegde zeemijlen in de EEZ. De verandering in het aantal afgelegde zeemijlen is verwaarloosbaar doordat de afstanden van de vaarroutes nauwelijks veranderen.

Emissies

De extra emissies als gevolg van de verschillende verkeersscenario's zijn gerelateerd aan de extra zeemijlen, en afhankelijk van scheepstype en scheepsgrootte. Deze extra emissies worden in de onderste rijen van de tabellen gegeven wat betreft CO_2, CO, SO_2 en NO_x voor schepen in de gehanteerde verkeersdatabase, en alleen binnen de EEZ.
Omdat er geen verschil is in het aantal gevaren zeemijlen tussen de verschillende scenario's is ook het effect op de emissies verwaarloosbaar.

Tabel 4-10 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van een corridor in het windenergiegebied op de scheepvaart binnen de EEZ

Omschrijving	Een-heid	Resultaat voor de EEZ voor scenario A (alleen doorvaart tot 24 meter)	Relatief effect t.o.v. scenario A		
			scenario B (<45m)	scenario C (<80m)	scenario D (<80m zonder tankers)
Algemeen					
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:					
OBO's		0.103	0.00%	0.00%	0.00%
Chemicaliëntankers		26.551	0.00%	0.00%	0.00%
Olietankers		9.334	0.00%	0.00%	0.00%
Gastankers		5.565	0.00%	-0.07%	0.00%
Bulkers		10.724	0.00%	0.00%	0.00%
Unitised		34.664	0.00%	0.00%	0.00%
General Dry Cargo		51.573	0.00%	-0.02%	-0.02%
Passagiersschepen + conventionele ferries		2.862	0.00%	0.00%	0.00%
High Speed Ferries		0.046	0.00%	0.00%	0.00%
Overig		8.962	-0.04%	-0.04%	-0.04%
Totaal routegebonden		150.384	0.00%	-0.01%	-0.01%
Totaal niet-routegebonden (alleen deel dat in VONOVI/VMS 2009 is waargenomen (3.2.1))		150.757	0.00%	0.07%	0.07%
Veiligheid					
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/ jaar	11.190	-0.02%	-0.11%	-0.07%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/ jaar	6.822	0.00%	0.00%	0.00%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/ jaar	1.381	-0.01%	-0.02%	-0.02%
Zinken	aantal/ jaar	1.066	0.00%	0.04%	0.04%
Gat in scheepshuid	aantal/ jaar	1.210	0.00%	-0.01%	-0.01%
Brand/explosie	aantal/ jaar	2.238	0.00%	0.00%	0.00%
Totaal		23.907	-0.01%	-0.05%	-0.03%
Economische effect					
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1469.497	0.00%	0.00%	0.00%
Emissies					
CO2	kton/jaar	5554	0.00%	0.00%	0.00%
CO	kton / jaar	21	0.00%	0.00%	0.00%
SO2	kton / jaar	57	0.00%	0.00%	0.00%
NOx	kton / jaar	63	0.00%	0.00%	0.00%

4.3.4 Conclusies kwantitatieve risicoanalyse

- Aantal routegebonden schepen door de corridor is relatief klein:
  - Scenario B (corridor voor schepen tot 45 meter): 46 passages per jaar
  - Scenario C (corridor voor schepen tot 80 meter): 314 passages per jaar
  - Scenario D (corridor voor schepen tot 80 meter m.u.v. tankers): 195 passages per jaar

- De aanvaarfrequenties voor de turbines nemen toe voor de scenario's met een corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor, tot een maximale toename van 6.34% voor het verkeersscenario waarbij schepen tot 80 meter toegelaten worden tot de corridor (ten opzichte van een frequentie van 0.282412 voor verkeersscenario A). Voor de platforms is dit maximaal 10.07% (ten opzichte van een frequentie van 0.004420 voor verkeersscenario A).

- De uitstroomfrequenties van lading- en bunkerolie voor de turbines nemen toe voor de scenario's met een corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor, tot een maximale toename van 0.50% voor het scenario van schepen tot 80 meter in de corridor (ten opzichte van 0.012507 voor verkeersscenario A). Voor de platforms is dit maximaal 2.17% (ten opzichte van 0.000058 voor verkeersscenario A).

- De uitstroomfrequenties van chemicaliën nemen enkel toe voor het scenario dat verkeer tot 80 meter toegelaten wordt tot de corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor. Dit komt doordat in de overige verkeersscenario's geen tankers zitten. Voor de 3MW-turbines is deze toename 2.47% ten opzichte van een totale uitstroomfrequentie van 0.002363 voor verkeersscenario A, voor de platforms is de toename 10.74% ten opzichte van een totale uitstroomfrequentie van 0.000011 voor verkeersscenario A.

- Het aantal routegebonden schepen gemiddeld aanwezig in de EEZ neemt lichtelijk af voor de scenario's met corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor. Dit wordt veroorzaakt doordat de schepen door de corridor een (iets) kortere route kunnen varen dan de route om het windenergiegebied.

- De kans op aanvaringen in de gehele EEZ neemt af voor de scenario's met corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor. Deze verschillen zijn echter zeer klein.

4.4 Kwalitatieve risicoanalyse entry en exit points van de corridor

Naast de algemene effecten op de vaarroutes die in 4.3.3 beschreven zijn, zijn er ook effecten bij het uit- en invaren van de corridor. Door de aanwezigheid van het windenergiegebied kan het zicht op de overige scheepvaart belemmerd worden. Dit kan een negatief effect hebben op de veiligheid. Daarbij is er, met name voor de schepen in de corridor, beperkte ruimte om te manoeuvreren door de aanwezigheid van de turbines en platforms. Ook dit zal de veiligheid beïnvloeden.
De effecten op de veiligheid bij de zogenoemde entry/exit points van de corridor zullen kwalitatief beschouwd worden. Er worden drie punten besproken in dit hoofdstuk: de uit- en ingang aan de oostelijke zijde van de corridor, de uit- en ingang in de noordwestelijke hoek en oversteken van de corridor door kleinere scheepvaart, tot 24 meter, dat in het windenergiegebied vaart.

Risico's bij ontmoetingen
Bij iedere ontmoeting tussen schepen bestaat er een kans dat deze ontmoeting uitmondt in een aanvaring. Er zijn vele factoren die een rol spelen bij een aanvaring; niet alle factoren worden beïnvloed door de aanwezigheid van het windenergiegebied en de corridor. Bij het beschouwen van de aanvullende risico's bij een ontmoeting rond een entry/exit point spelen twee externe factoren een belangrijke rol:

- Zicht op de kruising
  Een schip heeft voldoende tijd nodig om te reageren op een ander schip. Wanneer het zicht op de kruising belemmerd wordt, kan het voorkomen dat een ander schip te laat gezien wordt en dat er dus onvoldoende tijd is om uit te wijken.

- Beschikbare manoeuvreerruimte
  Een schip heeft voldoende ruimte nodig om een uitwijkmanoeuvre uit te voeren. Door obstakels of dieptebeperkingen kan de ruimte om te manoeuvreren onvoldoende zijn, waardoor de kans op een aanvaring vergroot wordt.

Beide factoren zullen voor ieder van de entry/exit points bekeken worden. Voor het bekijken van de invloed op het zicht, zijn per ontmoetingstype analyses uitgevoerd naar het aantal schaduwstukken. In Bijlage G wordt over deze analyse een algemene uitleg gegeven. Deze analysemethode houdt geen rekening met het feit dat veel schepen (ook de kleinere schepen) tegenwoordig een AIS-transponder aan boord hebben, waardoor andere schepen eerder opgemerkt kunnen worden.
Daarnaast moet opgemerkt worden dat het aantal schaduwstukken afhankelijk is van de werkelijke inrichting van het park; de locaties en afmetingen van de palen. De analyse in deze studie is niet gebaseerd op een definitieve inrichting van het park, maar op twee alternatieve inrichtingen; een 'best case' en een 'worst case', zie 4.1. De algemene conclusies zullen niet significant anders zijn voor de definitieve inrichting, maar er kunnen wel nuances optreden door de afmetingen en locaties van de turbines behorende bij de definitieve inrichting.

Benodigde ruimte
In [6] is vastgesteld dat een schip 6 keer de scheepslengte nodig heeft voor het maken van een rondtorn, bij een schip van 400 meter is dit dus 1.30 nm. Voor een rondtorn over stuurboord wordt 0.3 nm extra gerekend (het schip probeert eerst naar stuurboord uit te wijken voordat het een rondtorn inzet); dit betekent dus 1.60 nm.

Tabel 4-11 ***Benodigde afstand voor het maken van een rondtorn voor drie typen maatgevende schepen die door de corridor mogen varen en twee andere typen schepen die buiten het windenergiegebied varen***

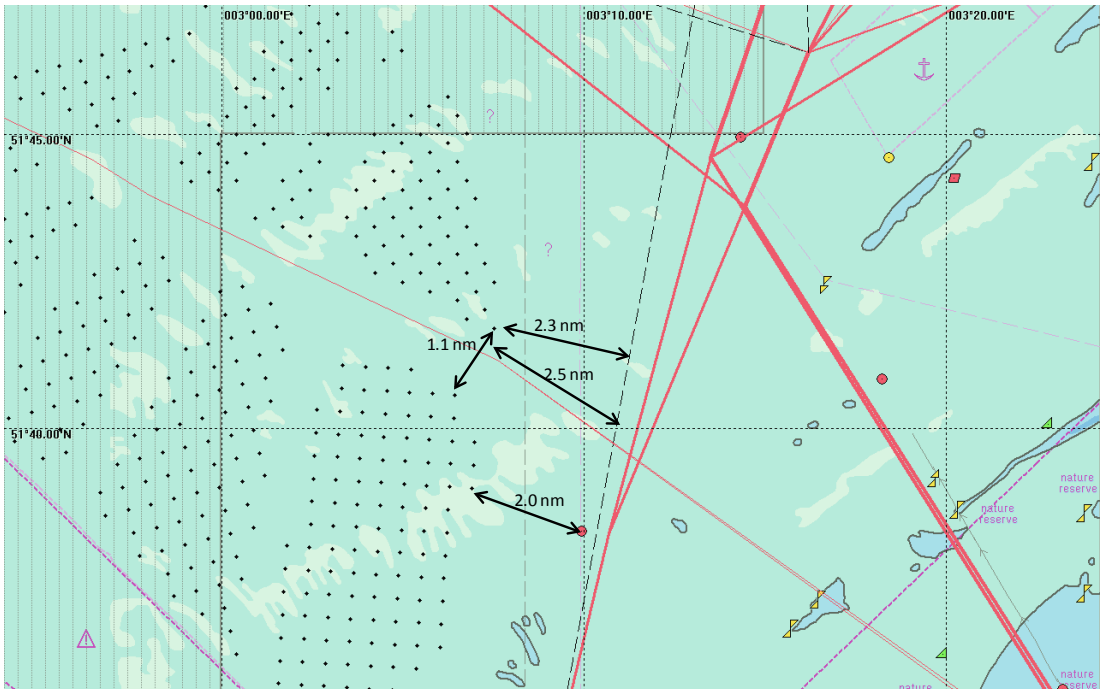
Scheepslengte [m]	Afstand nodig om rondtorn te maken in nm, gebaseerd op [6]	
	Bakboord	Stuurboord
24	0.08	0.38
45	0.15	0.45
80	0.26	0.56
280	0.90	1.20
400	1.30	1.60

4.4.1 Oostelijk entry/exit point

Afstand tussen exit/entry point en verkeersstroom

De afstand tussen het punt waar de schepen de corridor verlaten en het midden van de Westpitroute is 2.5 nm. De afstand tussen de meest oostelijke turbine en de boei is 2 nm, dus aangenomen wordt dat de schepen in de Westpitroute op minimaal 2 nm van het entry/exit point van de corridor varen.

De corridor is bij de uitgang aan de oostkant ongeveer 2100 m (1.1 nm) breed (inclusief veiligheidszones rond de turbines bij de 3MW-variant); exclusief de veiligheidszones is de corridor 1100 m (0.6 nm) breed.



Figuur 4-6 ***Afstanden rond het oostelijke entry/exit point van de corridor (locatie van de turbines van de 3MW inrichtingsvariant)***

Type ontmoetingen

Bij het oostelijke entry/exit point kunnen 4 verschillende ontmoetingen plaatsvinden.
Schip komend uit de corridor ontmoet:

1. Schip in de Westpitroute in noordelijke richting;
2. Schip in de Westpitroute in zuidelijke richting;
3. Klein schip dat dicht langs het windenergiegebied vaart in noordelijke richting;
4. Klein schip dat dicht langs het windenergiegebied vaart in noordelijke richting.

Situatie 1: schip komend uit de corridor ontmoet schip in de Westpitroute in noordelijke richting
Tijdens deze ontmoeting moet het schip komend uit de corridor uitwijken voor het schip in de Westpitroute. De afstand tussen de locatie waar het schip de corridor verlaat en de rand van de Westpitroute is 2 nm. Dit betekent dat wanneer het schip komend uit de corridor 12kn vaart, het 10 minuten heeft om te reageren. Uit de analyse van de zichtlijnen blijkt dat er vanaf 3 nm voor de kruising geen schaduwstukken worden waargenomen (deze analyse is wel uitgevoerd, maar de figuren zijn niet toegevoegd aan de rapportage). Dit betekent dat 3 nm voor de kruising al zicht is op een eventuele ontmoeting met een schip in noordelijke richting. Hieruit volgt dus dat het schip minimaal 15 minuten heeft om te reageren voor de ontmoeting plaats zal vinden.
Het schip komend uit de corridor wordt niet gehinderd door ondieptes of andere obstakels wanneer het eenmaal uit de corridor is, dus ook de manoeuvreerruimte is voldoende. Er is zelfs voldoende ruimte voor een schip van 80 meter om een rondtorn te maken (in het uiterste geval).

Situatie 2: schip komend uit de corridor ontmoet schip in de Westpitroute in zuidelijke richting
Tijdens deze ontmoeting moet het schip varend in de Westpitroute uitwijken voor het schip komend uit de corridor. Het schip in de Westpitroute moet uitwijken in de richting van het windenergiegebied. De afstand tussen de locatie waar het schip de corridor verlaat en de rand van de Westpitroute is in dit geval groter dan bij een ontmoeting van het eerste type. De afstand is hier 2.5 nm. Dit betekent dat wanneer het schip in de Westpitroute 12kn vaart, het schip ruim 12 minuten heeft voordat de ontmoeting plaats zal vinden.

Ook hier blijkt uit de analyse van de zichtlijnen dat er vanaf 3 nm voor de kruising geen schaduwstukken meer worden waargenomen (de analyse is wel uitgevoerd, maar de figuren zijn niet toegevoegd aan de rapportage). Dit betekent dat er ruim 3 nm (ofwel ruim 15 minuten) voor de kruising al zicht is op een eventuele ontmoeting met een schip komend uit de corridor.

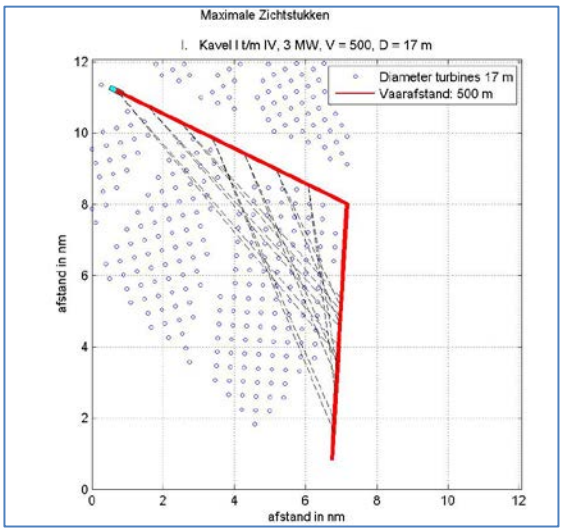
Het schip dat de uitwijkmanoeuvre moet inzetten wordt in een normale situatie niet gehinderd door het windenergiegebied. De ruimte tussen de Westpitroute en windenergiegebied Borssele is minimaal 2.3 nm (incl. veiligheidszones) Dit is zelfs voldoende ruimte voor een groot schip (tot 400m) om een rondtorn te maken richting stuurboordzijde.

Situatie 3: schip komend uit de corridor ontmoet klein schip dat dicht langs het windenergiegebied vaart in noordelijke richting
Naast een ontmoeting met een schip in de Westpitroute kan er ook een ontmoeting plaatsvinden tussen een schip komend uit de corridor en een klein schip dat dicht langs het windenergiegebied vaart (niet-routegebonden verkeer). Hierbij is er minder ruimte voor uitwijken en zal het zicht op de ontmoeting wel degelijk een belangrijke factor zijn.
Bij een ontmoeting tussen een schip komend uit de corridor met een langsvarend schip in noordelijke richting, is het schip komend uit de corridor uitwijkplichtig. In dit geval zal het schip in de richting van het windenergiegebied moeten uitwijken om achterlangs te kruisen.

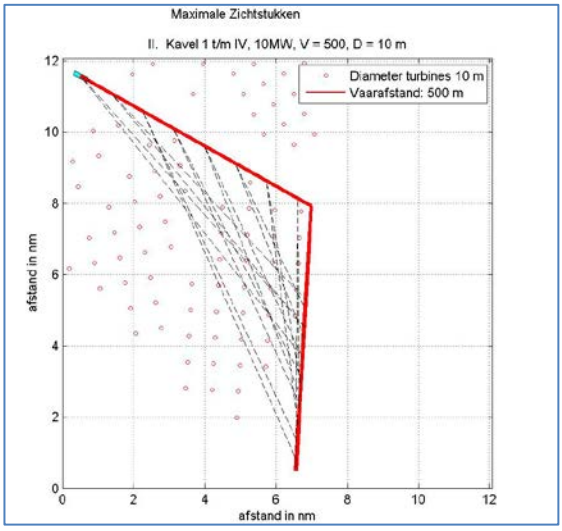
Voor dit ontmoetingstype is een analyse van de “schaduwstukken” uitgevoerd. Hiervoor zijn twee routes op 500 meter van de palen gelegd en is het aantal schaduwstukken bepaald, kijkend vanuit het schip dat door de corridor vaart. Figuur 4-7 tot en met Figuur

4-10 laten de resultaten van deze analyse zien. Figuur 4-7 en Figuur 4-8 laten schematisch de routes en de locaties van de turbines zien. Hierin zijn ook de locaties van de maximale zichtstukken weergegeven. Figuur 4-9 en Figuur 4-10 laten het aantal schaduwstukken van een bepaalde lengte op een gegeven afstand tot de kruising zien. De figuren laten zien dat bij de inrichtingsvariant met 3MW-turbines schaduwstukken van meer dan 40 meter voorkomen op een afstand groter dan 1 nm tot het kruispunt. Omdat met name de kleinere schepen dichter bij het park varen kan dit tot een situatie leiden dat het kruisende schip pas later waargenomen wordt door het schip dat uitwijkplichtig is.
Daarnaast laten de figuren zien dat voor de 3MW-variant er geen (grote) schaduwstukken zijn vanaf 1 nm voor de kruising; de schepen hebben dus vanaf 1 nm voor de kruising vrij zicht op de kruising.

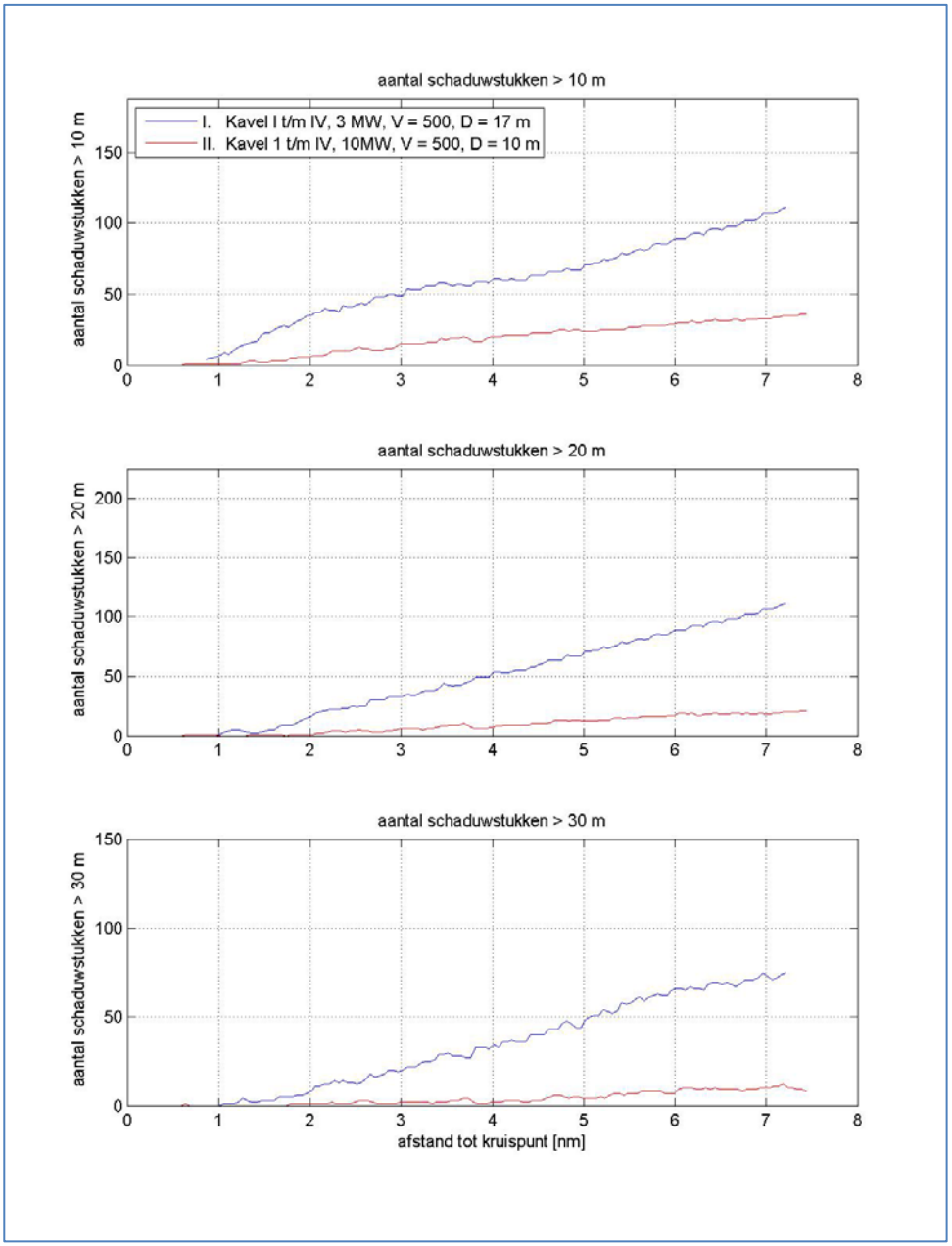
Beschikbare ruimte bij kruising
Binnen de beschouwde lay-out voor 3MW-turbines is er meer ruimte om uit te wijken door de positionering van de turbines; bij de 10MW-variant staat er een turbine “in” de kruising.



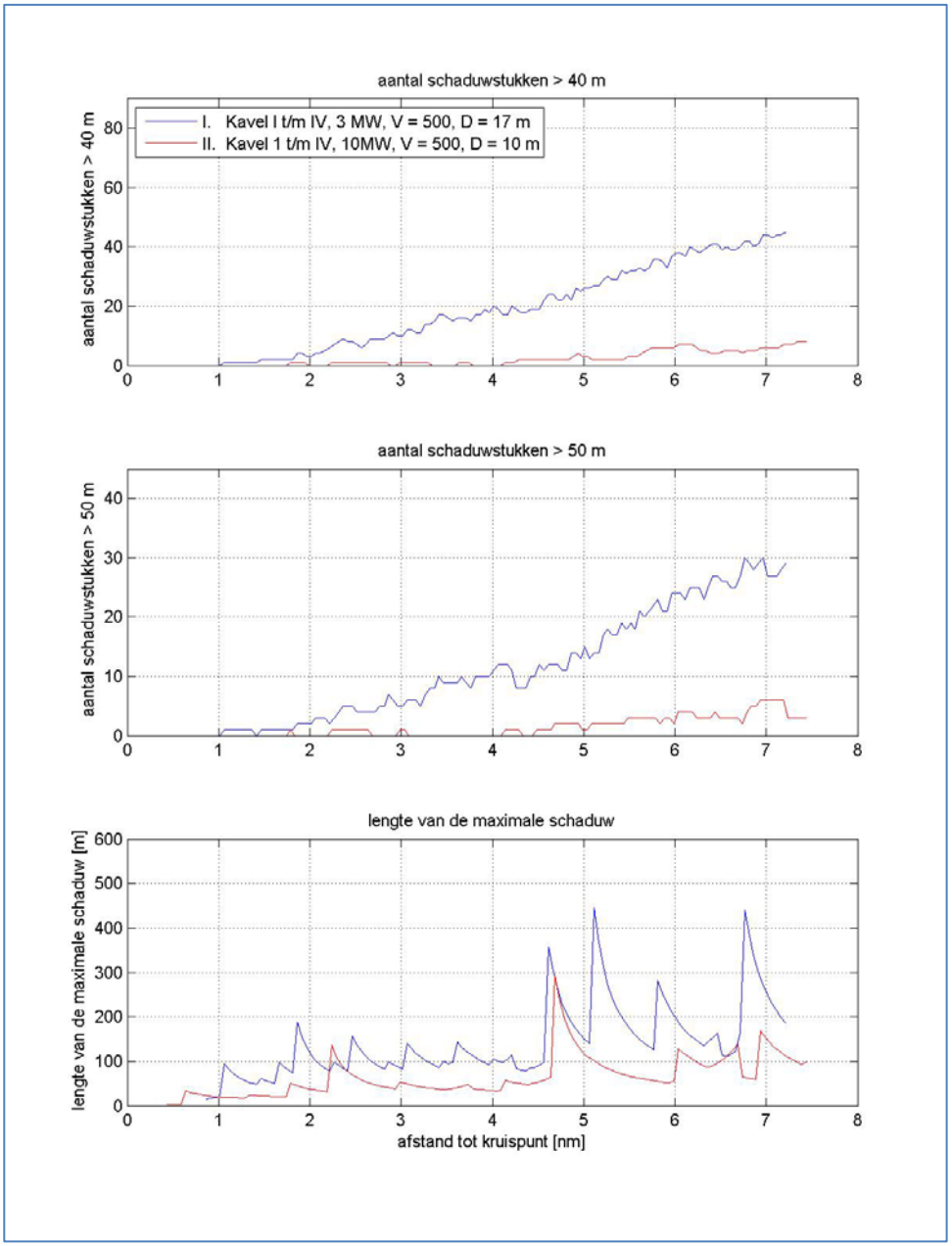
Figuur 4-7 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het oostelijke entry/exit point aan de zuidkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 3MW***



Figuur 4-8 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het oostelijke entry/exit point aan de zuidkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 10MW***



Figuur 4-9 ***Aantallen schaduwstukken >10 m, >20 m en >30 m voor een oostwaarts varend schip kruisend met een noordwaarts varend schip (oostelijke entry/exit point aan de zuidkant van de corridor).***



Figuur 4-10 ***Aantallen schaduwstukken >40 m, >50 m en van maximale lengte voor een oostwaarts varend schip kruisend met een noordwaarts varend schip (oostelijke entry/exit point aan de zuidkant van de corridor).***

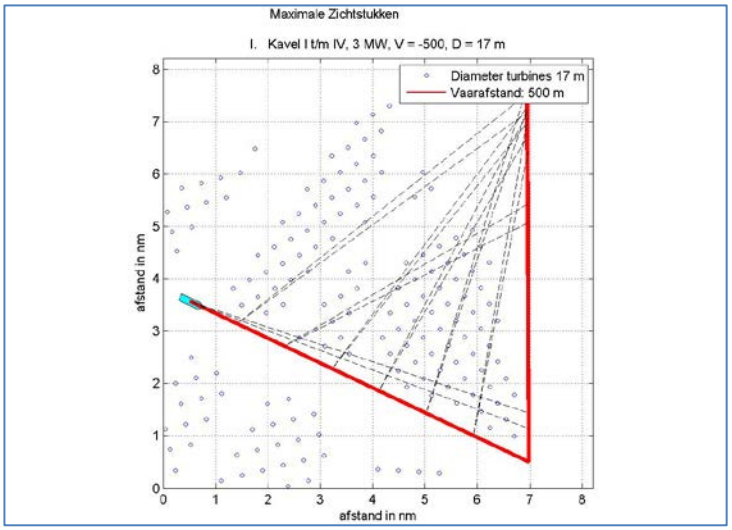
Situatie 4: schip komend uit de corridor ontmoet klein schip dat dicht langs het windenergiegebied vaart in zuidelijke richting

Bij een ontmoeting tussen een schip komend uit de corridor met een langsvarend schip in zuidelijke richting (op korte afstand van het park), is het schip varend in zuidelijke richting uitwijkplichtig. In dit geval zal het schip in de richting van het park moeten uitwijken om achterlangs te kruisen.

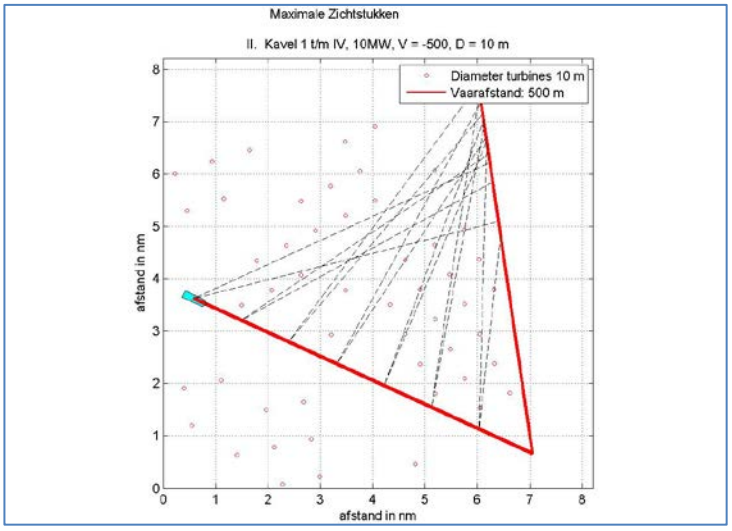
Voor dit ontmoetingstype is ook een analyse van de “schaduwstukken” uitgevoerd. Hiervoor zijn twee routes op 500 m van de palen gelegd en is het aantal schaduwstukken bepaald, kijkend vanuit het schip dat door de corridor vaart. Figuur 4-11 tot en met Figuur 4-14 laten de resultaten van deze analyse zien. Figuur 4-11 en Figuur 4-12 laten schematisch de routes en de locaties van de turbines zien. Hierin zijn ook de locaties van de maximale zichtstukken weegegeven. Figuur 4-13 en Figuur 4-14 laten het aantal schaduwstukken van een bepaalde lengte op een gegeven afstand tot de kruising zien. De figuren laten zien dat bij de inrichtingsvariant met 3MW-turbines schaduwstukken van meer dan 40 meter voorkomen op een afstand groter dan 2 nm tot het kruispunt. Omdat met name de kleinere schepen dichter bij het park varen, kan dit tot een situatie leiden dat het kruisende schip pas later waargenomen wordt door het schip dat uitwijkplichtig is.

Beschikbare ruimte bij kruising

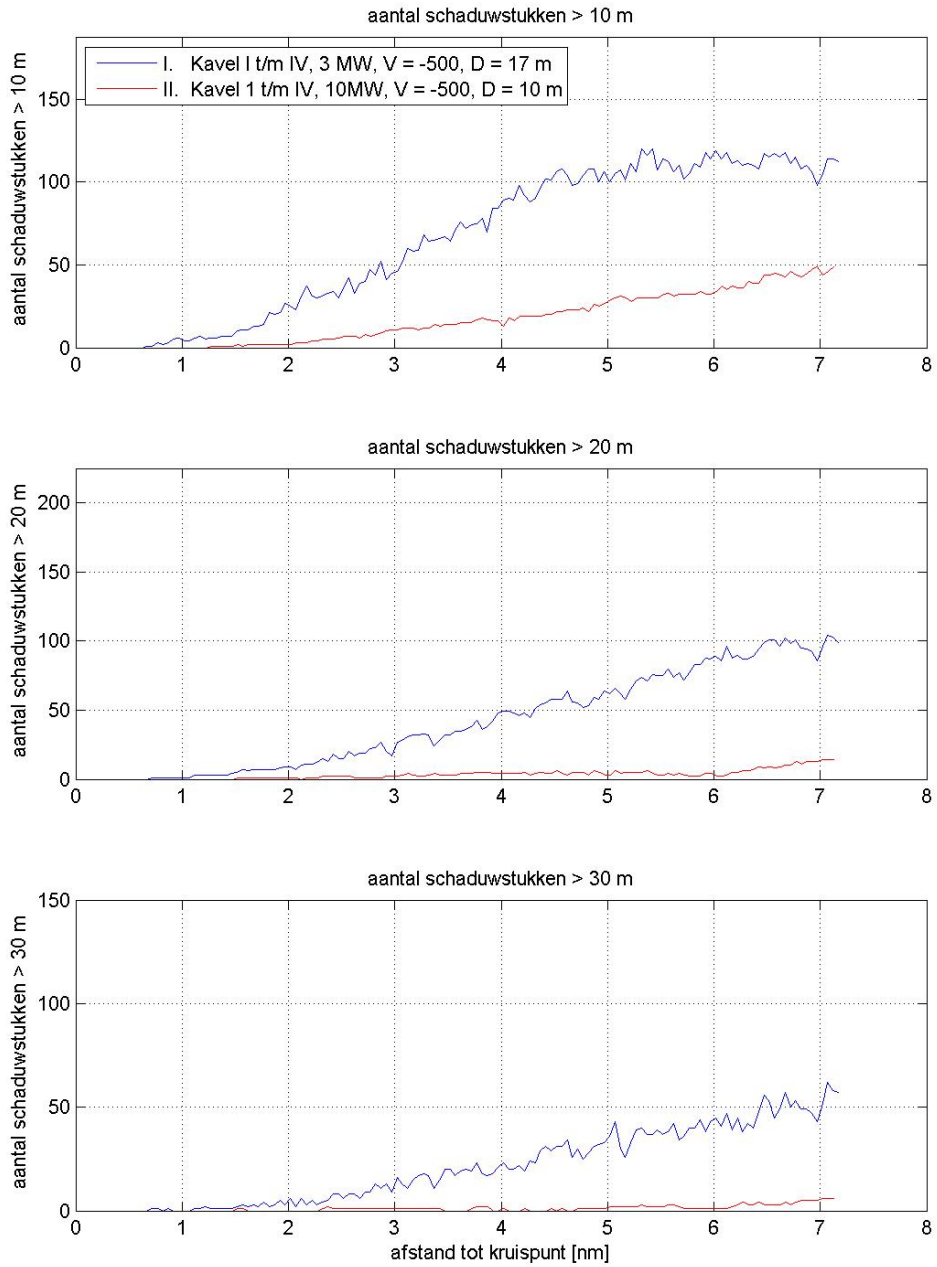
Voor de beschouwde lay-out voor 10MW-turbines is er meer ruimte om uit te wijken door de positionering van de turbines; in dit geval staat er bij de 3MW-variant een turbine “in” de kruising.



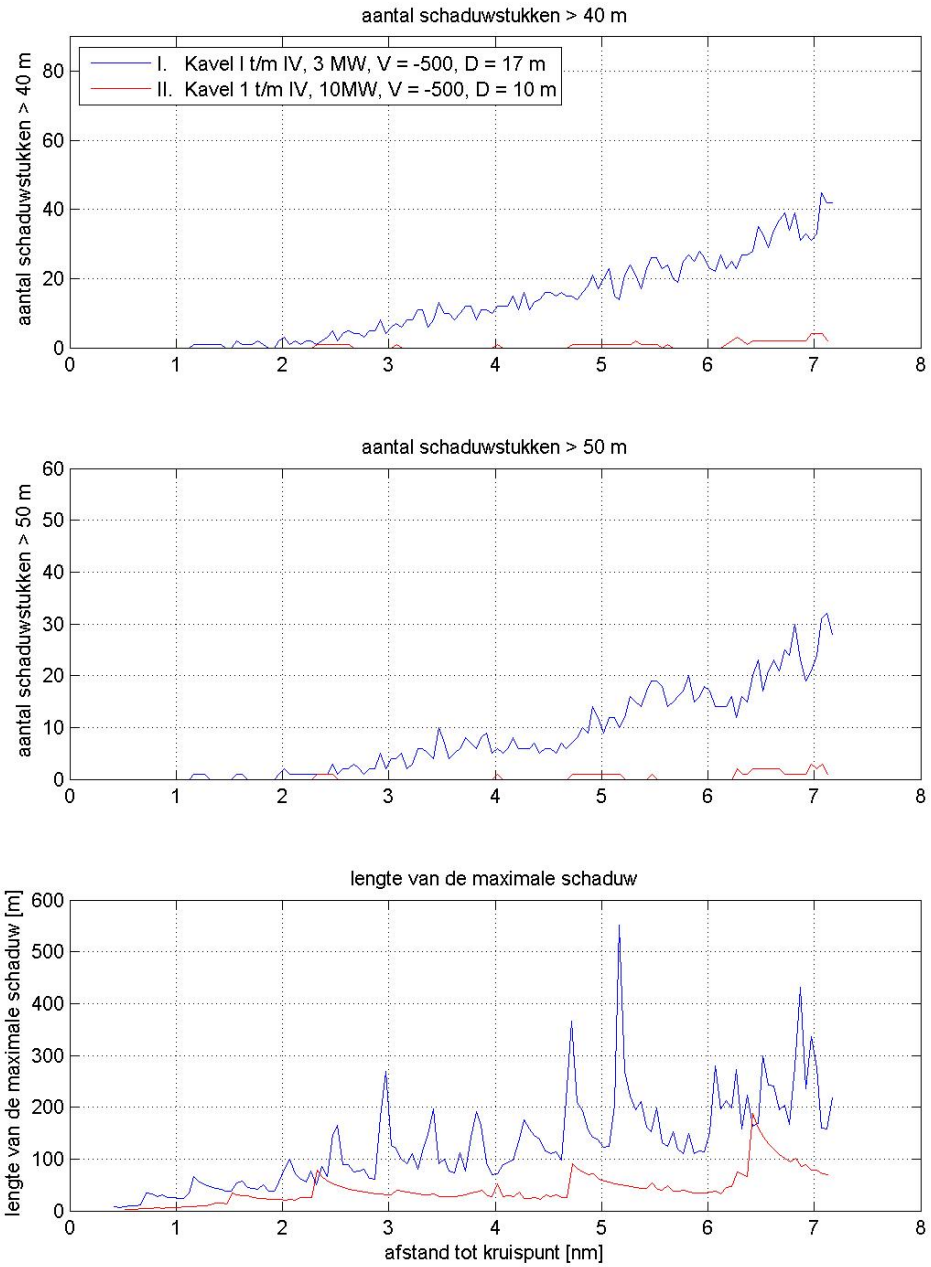
Figuur 4-11 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het oostelijke entry/exit point aan de noordkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 3MW***



Figuur 4-12 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het oostelijke entry/exit point aan de noordkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 10MW***



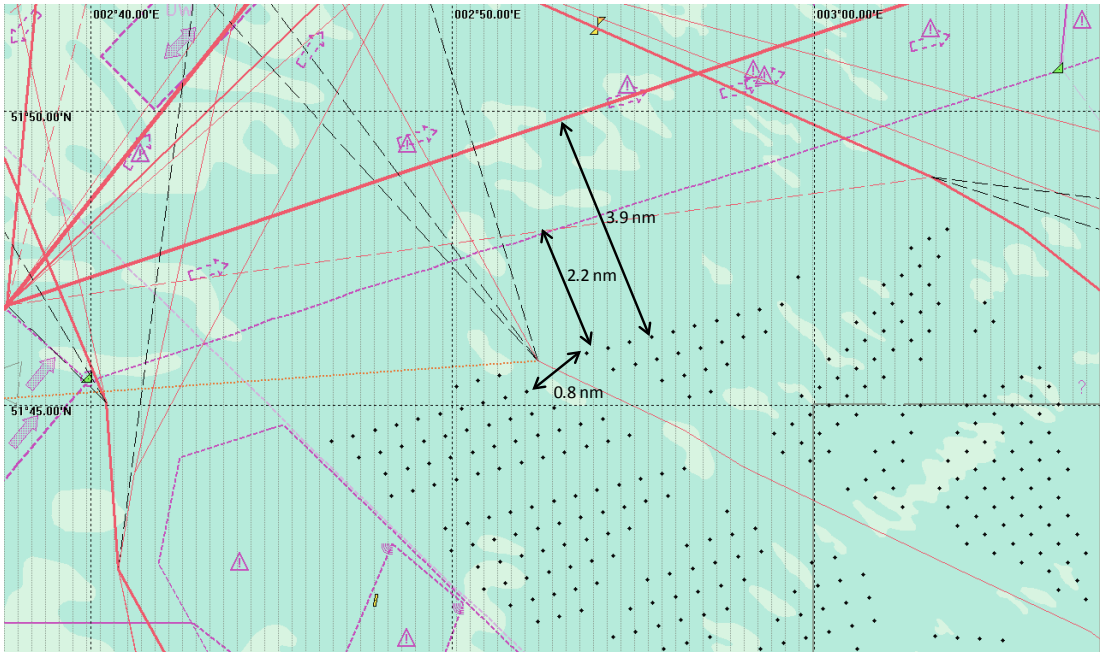
Figuur 4-13 ***Aantallen schaduwstukken >10 m, >20 m en >30 m voor een oostwaarts varend schip kruisend met een zuidwaarts varend schip (oostelijke entry/exit point aan de noordkant van de corridor).***



Figuur 4-14 ***Aantallen schaduwstukken >40 m, >50 m en van maximale lengte voor een oostwaarts varend schip kruisend met een zuidwaarts varend schip (oostelijke entry/exit point aan de noordkant van de corridor).***

4.4.2 Noordwestelijke entry/exit point

Afstand tussen exit/entry point en verkeersstroom
De afstand tussen het punt waar de schepen de corridor verlaten en de rand van het scheidingsstelsel is 2.2 nm. De afstand tot het midden van de drukke verkeersstroom is 3.9 nm. De corridor is bij de uitgang aan de westkant 1500 m (0.8 nm) breed (inclusief veiligheidszones rond de turbines bij de 3MW-variant); exclusief de veiligheidszones is de corridor 500 m (0.27 nm) breed.



Figuur 4-15 ***Afstanden rond het westelijke entry/exit point van de corridor (locatie van de turbines van de 3MW inrichtingsvariant)***

Type ontmoetingen
Bij het entry/exit point kunnen 4 verschillende “ontmoetingen” plaatsvinden.

Schip komend uit de corridor ontmoet:
1. Schip in de doorgaande hoofdroute in noordoostelijke richting;
2. Schip in de doorgaande hoofdroute in zuidwestelijke richting;
3. Klein schip dat dicht langs het park vaart in noordoostelijke richting;
4. Klein schip dat dicht langs het park vaart in zuidwestelijke richting.

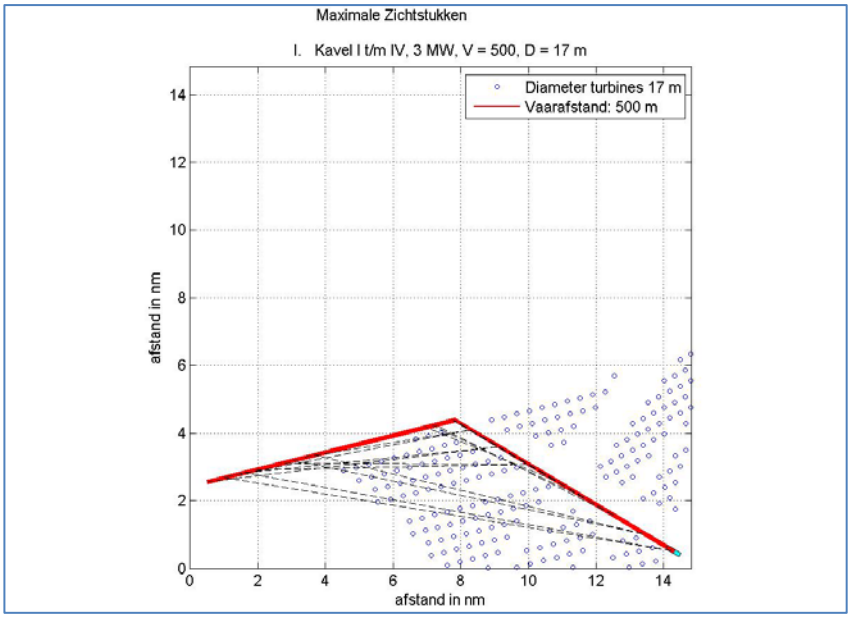
Situaties 1 & 2: ontmoeting tussen schip uit corridor en schip in doorgaande hoofdroute
Een ontmoeting met een schip in de doorgaande route (verkeersscheidingsstelsel) zal op relatief grote afstand van de uitgang van de corridor plaatsvinden. Daarbij bevinden de schepen op de route zich in een verkeersscheidingsstelsel. Schepen komend vanuit de corridor zullen deze baan loodrecht moeten kruisen. De ruimte tussen het park en de verkeersbaan is voldoende om een uitwijkmanoeuvre te maken. Uit de analyses van de zichtlijnen voor een schip in de corridor op de doorgaande route volgt dat er vanaf 3.5 nm voor een eventuele kruising (met een route op de rand van het stelsel) geen “schaduwstukken” zijn. Dit betekent dat vanaf 3.5 nm voor een eventuele ontmoeting er vrij zicht is op de kruising.

Situatie 3: schip komend uit de corridor ontmoet klein schip dat dicht langs het windenergiegebied vaart in noordoostelijke richting

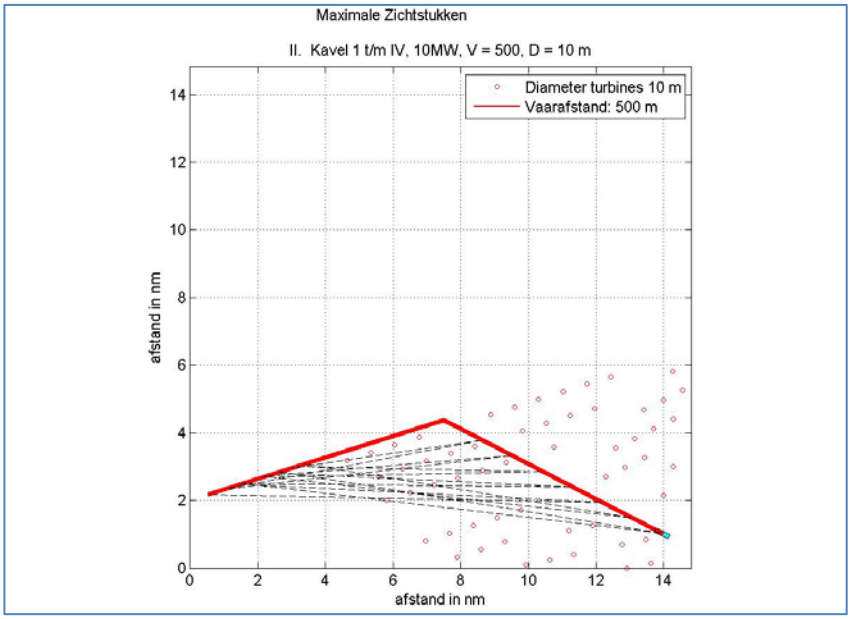
Een schip varend in noordoostelijke richting (vlak langs het windenergiegebied) is uitwijkplichtig en zal naar stuurboord moeten uitwijken. Het windenergiegebied kan hierbij een belemmering zijn, zeker als het schip (veelal niet-routegebonden schepen) op zeer korte afstand tot het park vaart.

Voor dit ontmoetingstype is ook een analyse van de “schaduwstukken” uitgevoerd. Hiervoor zijn twee routes op 500 m van de palen gelegd en is het aantal schaduwstukken bepaald, kijkend vanuit het schip dat door de corridor vaart. Figuur 4-16 tot en met Figuur 4-18 laten de resultaten van deze analyse zien. Figuur 4-16 en Figuur 4-17 laten schematisch de routes en de locaties van de turbines zien. Hierin zijn ook de locaties van de maximale zichtstukken weegegeven. Figuur 4-18 laat het aantal schaduwstukken van een bepaalde lengte op een gegeven afstand tot de kruising zien. De figuur laat zien dat bij de inrichtingsvariant met 3MW-turbines schaduwstukken van meer dan 40 meter voorkomen op een afstand groter dan 1 nm tot het kruispunt. Dit zou kunnen betekenen dat schepen elkaar pas laat zien. Schepen hebben dus pas 1 nm voor de ontmoeting vrij zicht op het kruispunt.

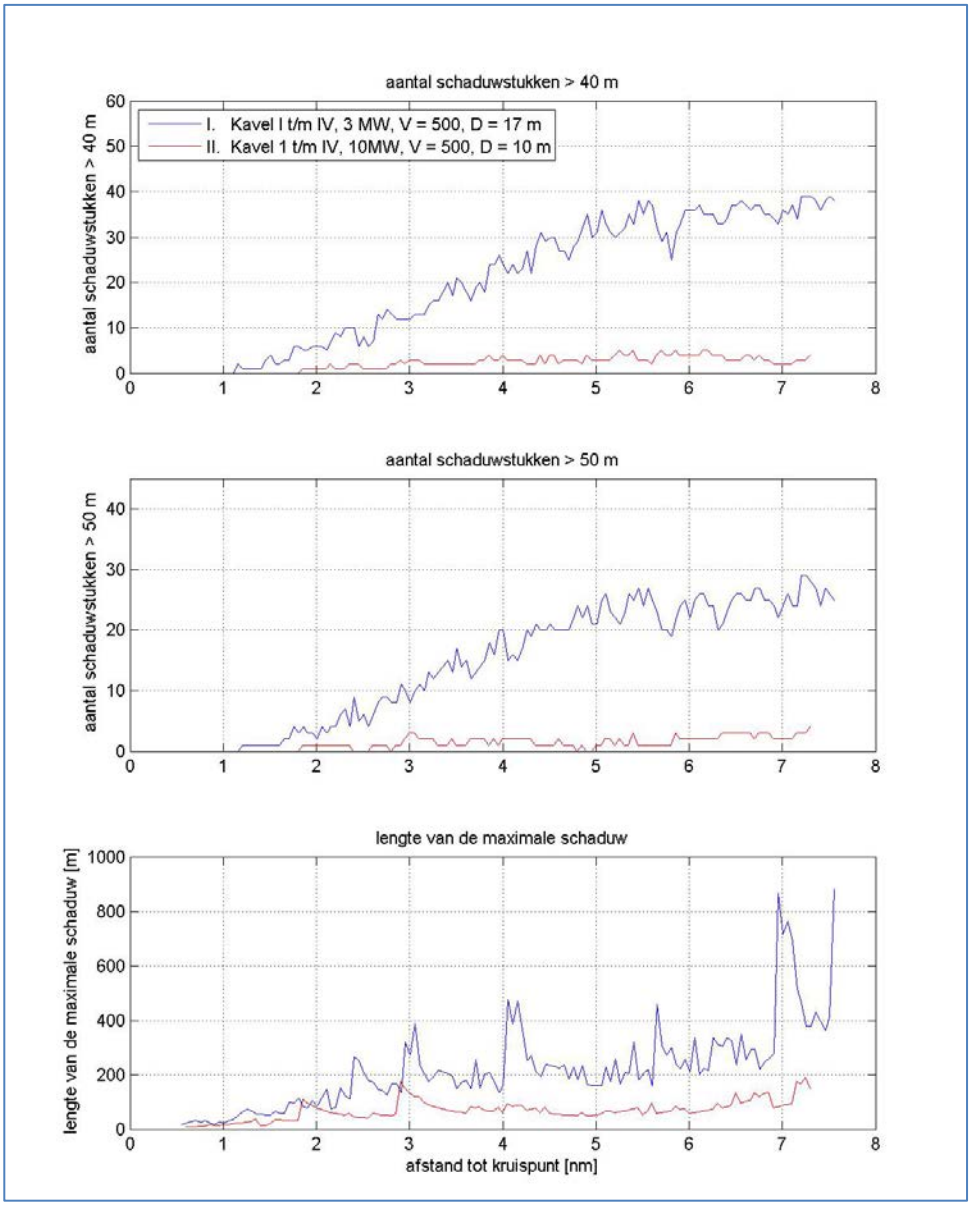
Op basis van de analyse van de zichtstukken, gebaseerd op de beschouwde inrichtingsvarianten, kan gesteld worden dat een ontmoeting op deze locatie de meest lastige is van alle ontmoetingen met schepen komende vanuit de corridor. Dit omdat er pas op 1 nm voor de ontmoeting vrij zicht is op de kruising. Hierbij gaat het dus om een ontmoeting tussen een schip komende uit de corridor en een schip dat vlak langs het windenergiegebied vaart.



Figuur 4-16 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het noordwestelijke entry/exit point aan de zuidkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 3MW***



Figuur 4-17 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het noordwestelijke entry/exit point aan de zuidkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 10MW***

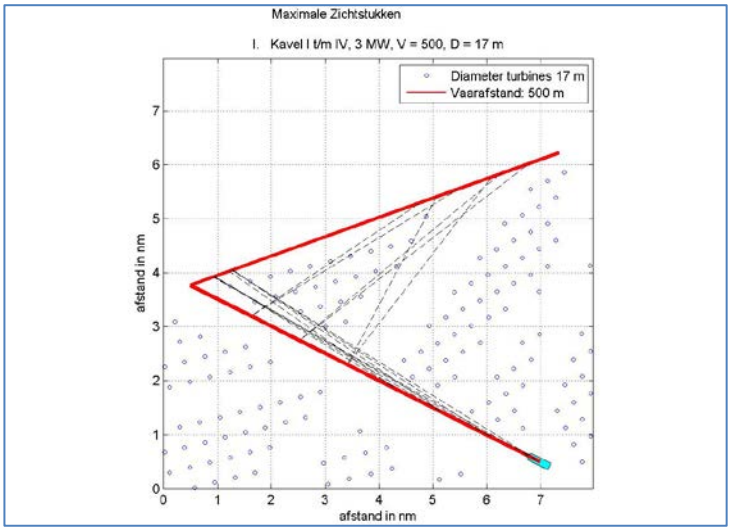


Figuur 4-18 ***Aantallen schaduwstukken >40 m, >50 m en van maximale lengte voor een westwaarts varend schip kruisend met een noordwaarts varend schip (westelijke entry/exit point aan de zuidkant van de corridor).***

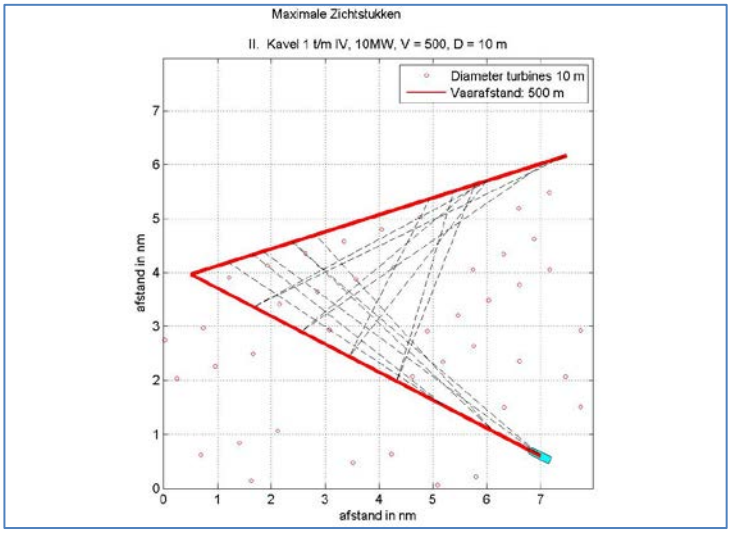
Situatie 4: schip komend uit de corridor ontmoet klein schip dat dicht langs het windenergiegebied vaart in zuidwestelijke richting

Bij een ontmoeting tussen een schip komende uit de corridor en een schip varend in zuidwestelijke richting (vlak langs het windenergiegebied), is het schip komende uit de corridor uitwijkplichtig; dit schip zal naar stuurboord moeten uitwijken. Het windenergiegebied kan hierbij een belemmering zijn.

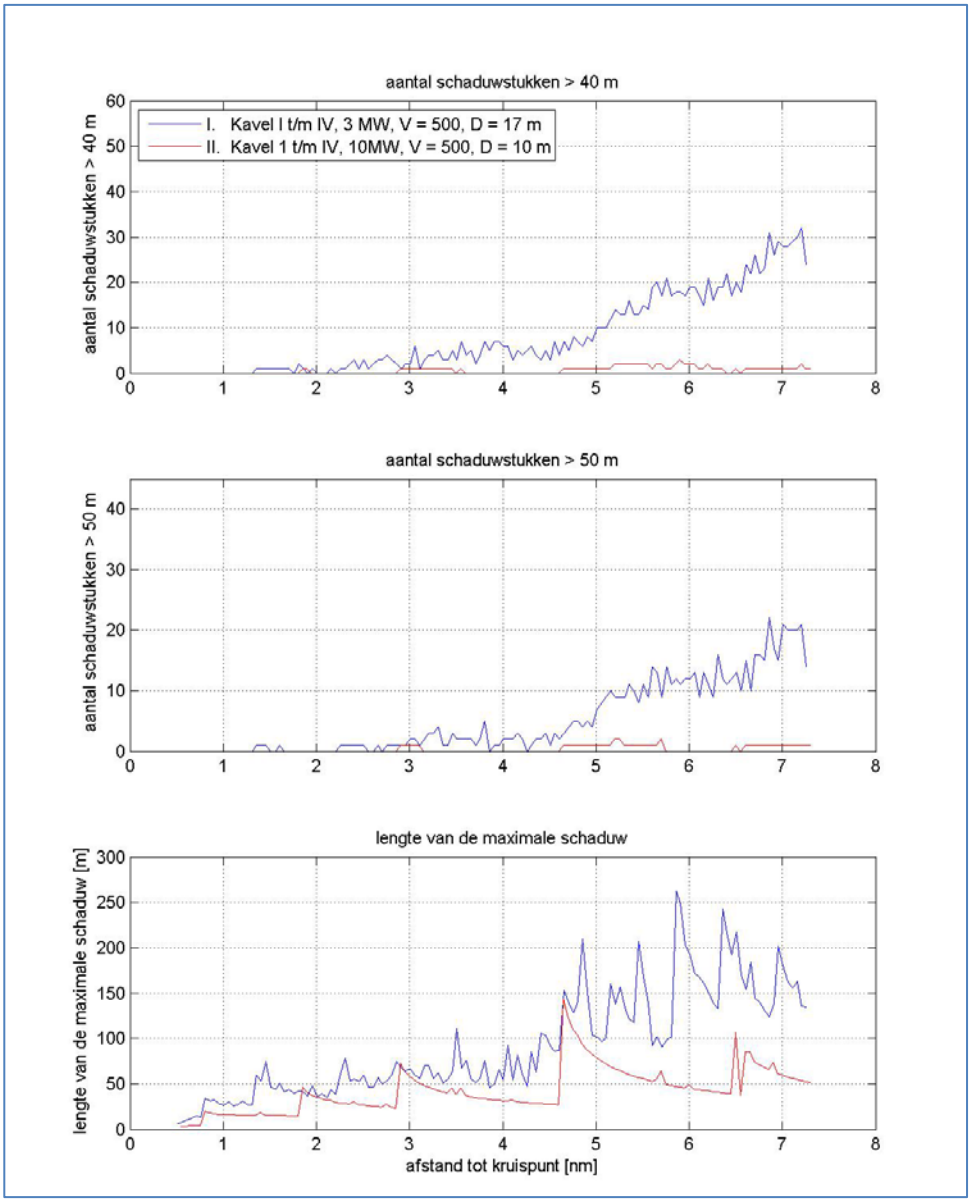
Ook voor deze ontmoeting is een analyse van de “schaduwstukken” uitgevoerd. Hiervoor zijn twee routes op 500 meter van de palen gelegd en is het aantal schaduwstukken bepaald, kijkend vanuit het schip dat door de corridor vaart. Figuur 4-19 tot en met Figuur 4-21 laten de resultaten van deze analyse zien. Figuur 4-19 en Figuur 4-20 laten schematisch de routes en de locaties van de turbines zien. Hierin zijn ook de locaties van de maximale zichtstukken weegegeven. Figuur 4-21 laat het aantal schaduwstukken van een bepaalde lengte op een gegeven afstand tot de kruising zien. Vanaf 2 nm tot het kruispunt zijn er schaduwstukken van meer dan 40 meter. Dit betekent dat ruim voor de kruising de schepen “vrij” zicht hebben op de ontmoeting.



Figuur 4-19 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het noordwestelijke entry/exit point aan de noordkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 3MW***



Figuur 4-20 ***Twee schepen die elkaar kruisen bij het noordwestelijke entry/exit point aan de noordkant van de corridor op 500m van het park, inrichtingsvariant 10MW***



Figuur 4-21 ***Aantallen schaduwstukken >40 m, >50 m en van maximale lengte voor een westwaarts varend schip kruisend met een zuidwaarts varend schip (westelijke entry/exit point aan de noordkant van de corridor).***

4.4.3 Kruisen van de corridor door scheepvaart tot 24 meter

Wanneer scheepvaart kleiner dan 24 meter toegelaten wordt binnen de kavels, kan de situatie ontstaan dat een schip (kleiner dan 24 m) de corridor oversteekt. Hierbij kan een ontmoeting plaatsvinden met een schip dat door de corridor vaart. De beschikbare ruimte in de corridor is beperkt, met name wanneer schepen groter dan 45 meter toegelaten worden in de corridor, aangezien deze schepen meer dan 825 meter nodig hebben voor een rondtorn (in het uiterste geval). De corridor is minimaal 1500 meter breed (inclusief de veiligheidszones rond de windturbines). Uitgaande van het feit dat schepen veelal midden in de corridor zullen varen, betekent dit dus dat een rondtorn van meer dan 700 meter niet mogelijk is.

Het aantal passages door de corridor in het ‘worst-case’ scenario (schepen tot 80 meter worden toegelaten tot de corridor) is 167 in westelijke richting en 147 in oostelijke richting per jaar, in totaal dus 314 (routegebonden) schepen per jaar. Dit betekent bijna 1 schip per dag, oftewel de kans dat een “overstekend” schip (tot 24 m) een routegebonden schip in de corridor tegenkomt is relatief klein.

4.5 Kwalitatieve analyse voor vissen in de corridor

Wanneer vissen wordt toegestaan in de corridor betekent dit dat er een schip in de corridor aanwezig is dat beperkt manoeuvreerbaar is en dus een extra risico vormt. De ruimte binnen de corridor om uit te wijken is beperkt.
Het aantal passages van de corridor in het ‘worst-case’ scenario (schepen tot 80 meter worden toegelaten tot de corridor) is 167 in westelijke richting en 147 in oostelijke richting per jaar, in totaal dus 314 (routegebonden) schepen per jaar (bijna 1 per dag). De lengte van de corridor is ongeveer 10 nm, bij een gemiddelde snelheid van 12 kn in de corridor betekent dit dat er in totaal 261 uur per jaar een schip in de corridor zit (10*314/12). De kans dat er op een gegeven moment een schip in de corridor is, is 0.03 (261/(365*24)).
Een vissend schip zal gemiddeld 4 kn varen, dit betekent dat dit schip dus 2.5 uur in de corridor aanwezig zal zijn, wanneer het schip een lange track door de corridor zal maken. De kans dat een vissend schip dus een passerend routegebonden schip (tot 80 meter) ontmoet in de corridor is relatief klein.

5 CONCLUSIES

Doelstelling
Het doel van de uitgevoerde studie is het bepalen van het effect op de scheepvaartveiligheid van het openstellen van een corridor voor scheepvaart door windenergiegebied Borssele. Hierbij wordt vergeleken met het verkeersscenario waarbij windenergiegebied Borssele aanwezig is en doorvaart voor schepen tot 24 meter toegestaan is. Het bepalen van het effect van het windenergiegebied op de scheepvaartveiligheid zelf is geen doel van de studie.

Verkeersscenario's
Als voorbereiding voor het vaststellen van de verkeersscenario's is een analyse van de huidige verkeersstromen uitgevoerd. De belangrijkste waarnemingen waren:

- Verkeer dat in westelijke en oostelijke richting door windenergiegebied Borssele vaart is voornamelijk afkomstig uit de Westerschelde of gaat richting de Westerschelde. Een enkel RoRo-schip tussen Zeebrugge en Humber vaart door het windenergiegebied.
- De omvang van het aantal schepen in noord- en zuidwaartse richting is kleiner dan het aantal schepen in oost- en westwaartse richting en dit zijn met name schepen groter dan 100 meter. Bovendien varen deze schepen door de kavels waar in de toekomst de Belgische windparken Seastar en Rentel gebouwd gaan worden.
- Voor de recreatievaart en visserij is de AIS-data niet volledig. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de VONOVI-gegevens (recreatie) in combinatie met VMS-gegevens (visserij) uit 2009.
- Schepen met loodsplicht varen waarschijnlijk niet door de oost-westcorridor omdat het beloodsen over het algemeen noordelijker plaatsvindt dan de ingang van de oost-westcorridor.

De analyse (Appendix H) is besproken met Rijkswaterstaat en enkele vertegenwoordigers van het Loodswezen, de Kustwacht en de recreatievaart. Op basis hiervan en het afwegingskader in ogenschouw nemende zijn de volgende uitgangspunten voor de verkeersscenario's vastgesteld.

<u>Noord-zuidcorridor</u>
Doordat er geen relevante verkeersstromen zijn in noord-zuid richting en er op termijn geen vaarroutes mogelijk zijn vanwege de volledige afsluiting van het windenergiegebied aan de Belgische zijde zijn de noord-zuidcorridors niet verder onderzocht in deze studie.

<u>Oost-westcorridor</u>
Voor de oost-westcorridor zijn de volgende verkeersscenario's beschouwd:

A. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en geen corridor voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter;
B. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 45 meter;
C. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter;
D. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil.

Aanvaar- / aandrijffrequenties turbines en platforms TenneT
Het aantal routegebonden schepen door de corridor is relatief klein:

- Scenario B (corridor tot 45 m): 46 passages per jaar
- Scenario C (corridor tot 80 m): 314 passages per jaar
- Scenario D (corridor tot 80 m m.u.v. tankers): 195 passages per jaar

De aanvaarfrequenties voor de turbines en platforms nemen toe voor de scenario's met een corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor, met een maximale toename van 6.34% voor schepen tot 80 meter voor de 3MW-inrichtingsvariant (ten opzichte van 0.282412 voor het scenario zonder corridor) en 10.07% voor schepen tot 80 meter voor een aanvaring met (een van) de platforms (ten opzichte van 0.004420 voor het scenario zonder corridor).

Uitstroom van lading- en bunkerolie en chemicaliën voor de turbines en platforms
De verwachte uitstroomfrequentie van olie voor alle scenario's stijgt ten opzichte van het scenario zonder corridor (voor schepen ≥24m). De relatieve stijging is echter maximaal 2.17% (ten opzichte van 0.000058 voor verkeersscenario A) en dit is voor de aanvaringen met een platform. De verwachte uitstroom neemt af wanneer tankers tot 80 meter niet door de corridor mogen (ten opzichte van het scenario waarbij verkeer tot 80 meter door de corridor mag). Dit wordt deels veroorzaakt door het feit dat de intensiteit door de corridor afneemt wanneer tankers geweerd worden.

Voor de uitstroomfrequenties van chemicaliën geldt dat deze enkel toenemen voor verkeersscenario C (verkeer tot 80 meter wordt toegelaten tot de corridor) ten opzichte van verkeersscenario A (geen corridor). Voor de 3MW-turbines is deze toename 2.47% ten opzichte van een totale uitstroomfrequentie van 0.002363 voor verkeersscenario A, voor de platforms is de toename 10.74% ten opzichte van een totale uitstroomfrequentie van 0.000011 voor verkeersscenario A. Voor scenario's A, B en D verandert de verwachte uitstroom van chemicaliën niet; in deze verkeersscenario's zitten immers geen tankers.

Tabel 5-1 ***Aanvaarfrequenties en uitstroomfrequenties van ladingolie, bunkerolie en chemicaliën per jaar per inrichtingsvariant van de turbines en voor de platforms. De resultaten voor verkeersscenario A zijn absoluut, de resultaten voor verkeersscenario's B, C en D relatief ten opzichte van scenario A (geen corridor).***

Resultaten	Verkeersscenario	Variant **Borssele**		
		Bor_3MW	Bor_10MW	Platforms Alpha & Bèta
Totale aanvaar- en aandrijffrequentie	**A** (alleen doorvaart)	0.282412	0.077883	0.004420
	B (corridor <45m)	0.22%	0.19%	0.26%
	C (corridor <80m)	6.34%	5.22%	10.07%
	D (corridor <80m geen tankers)	6.00%	4.92%	8.30%
Totale uitstroomfrequentie lading- en bunkerolie	**A** (alleen doorvaart)	0.012507	0.003712	0.000058
	B (corridor <45m)	0.00%	0.00%	0.00%
	C (corridor <80m)	0.50%	0.46%	2.17%
	D (corridor <80m geen tankers)	0.24%	0.22%	1.01%
Totale uitstroomfrequentie chemicaliën	**A** (alleen doorvaart)	0.002363	0.000685	0.000011
	B (corridor <45m)	0.00%	0.00%	0.00%
	C (corridor <80m)	2.47%	2.36%	10.74%
	D (corridor <80m geen tankers)	0.00%	0.00%	0.00%

Effecten buiten het windenergiegebied

Het openstellen van de corridor voor verschillende klasse schepen zal ook, naast de effecten in de corridor (aanvaarkansen turbines), een effect buiten het windenergiegebied hebben. Hiervoor zijn voor de verschillende verkeersscenario's het gemiddeld aantal schepen binnen de EEZ, het aantal verwachte ongevallen (aanvaringen, stranden) en de effecten op het aantal gevaren mijlen en de emissies bepaald.

De effecten zijn gerelateerd aan de resultaten van verkeersscenario A, waarbij alleen doorvaart tot 24 meter meegenomen is en waarbij de corridor wordt afgesloten voor schepen ≥24 meter. De effecten zijn op alle vlakken klein tot zeer klein. Zoals verwacht zijn de effecten voor het scenario waarbij schepen tot 80 meter toegelaten worden tot de corridor het grootst, dit omdat hierbij de meeste schepen door de corridor geleid worden en dus een kortere route kunnen varen.

In vrijwel alle gevallen zijn de effecten positief. Dit betekent dat het aantal verwachte ongevallen voor alle scenario's ofwel gelijk blijft ofwel afneemt.

Entry en exit points

De hoofdverkeersbanen (Westpitroute en de doorgaande route naar Rotterdam) rond het windenergiegebied liggen op meer dan 2 nm afstand van de entry en exit points van de corridor. Dit is voldoende afstand om een uitwijkmanoeuvre in te zetten.

Een ontmoeting met een ander klein schip dat op korte afstand langs het windenergiegebied vaart is lastiger. In sommige situaties kan het gebied een belemmering vormen wanneer in stuurboordrichting uitgeweken moet worden. Ook kan in sommige gevallen het windenergiegebied het zicht op het andere schip belemmeren, waardoor het schip pas laat waargenomen wordt. Echter, in veel gevallen hebben schepen in de corridor vanaf 2 nm voor het ontmoetingspunt vrij zicht op de schepen in de andere vaarbaan (vlak langs het windenergiegebied). Alleen bij het entry en exit point aan de westkant, wanneer een ontmoeting plaatsvindt met een langsvarend schip (op korte afstand van het gebied) in noordelijke richting, is er pas vanaf 1 nm afstand tot het kruispunt vrij zicht (in geval van de 3MW-variant). Het gaat hierbij echter wel om ontmoetingen tussen relatief kleinere schepen (visserij en recreatie). Deze schepen zijn wendbaarder, dus is het risico bij een ontmoeting kleiner dan bij een ontmoeting tussen grotere schepen.

Hierbij moet wel opgemerkt worden dat deze bevindingen gebaseerd zijn op de gegeven inrichtingen. Het zicht door het windenergiegebied wordt beïnvloed door de exacte inrichting van het gebied.

Kruisen van de corridor door scheepvaart tot 24 meter

Wanneer scheepvaart kleiner dan 24 meter toegelaten wordt binnen de kavels, kan de situatie ontstaan dat een schip (kleiner dan 24 m) de corridor oversteekt. Hierbij kan een ontmoeting plaatsvinden met een schip dat door de corridor vaart. Vanwege de beperkte ruimte in corridor (minimaal 1500 meter breed inclusief de veiligheidszones voor de windturbines) voor een rondtorn en uitgaande van het feit dat schepen veelal in het midden van de corridor varen is een rondtorn van meer dan 700 meter niet mogelijk.

Echter, de kans dat een "overstekend" schip (tot 24 meter) een routegebonden schip in de corridor tegenkomt is relatief klein; in het slechtste geval (verkeersscenario met schepen tot 80 meter in de corridor) zal er gemiddeld bijna 1 schip per dag gebruik maken van de corridor.

Kwalitatieve analyse voor vissen in de corridor

Wanneer vissen wordt toegestaan in de corridor betekent dit dat er een schip in de corridor aanwezig is dat beperkt manoeuvreerbaar is en dus een extra risico vormt. De ruimte binnen de corridor om uit te wijken is beperkt.

Een vissend schip zal gemiddeld 4 kn varen en zal daarmee, wanneer het schip een lange track door de corridor maakt, 2.5 uur in de corridor aanwezig zijn. De kans dat een vissend schip dus een passerend routegebonden schip tot 80 meter (gemiddeld bijna 1 schip aanwezig per dag) ontmoet in de corridor is relatief klein.

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] C. van der Tak
Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied “Hollandse Kust”
MARIN, 26455-2-MSCN-rev.4, 19 september 2013

[4] L. van Schaijk
Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel
MARIN, 27918-1-MSCN-rev.2, 7 november 2014

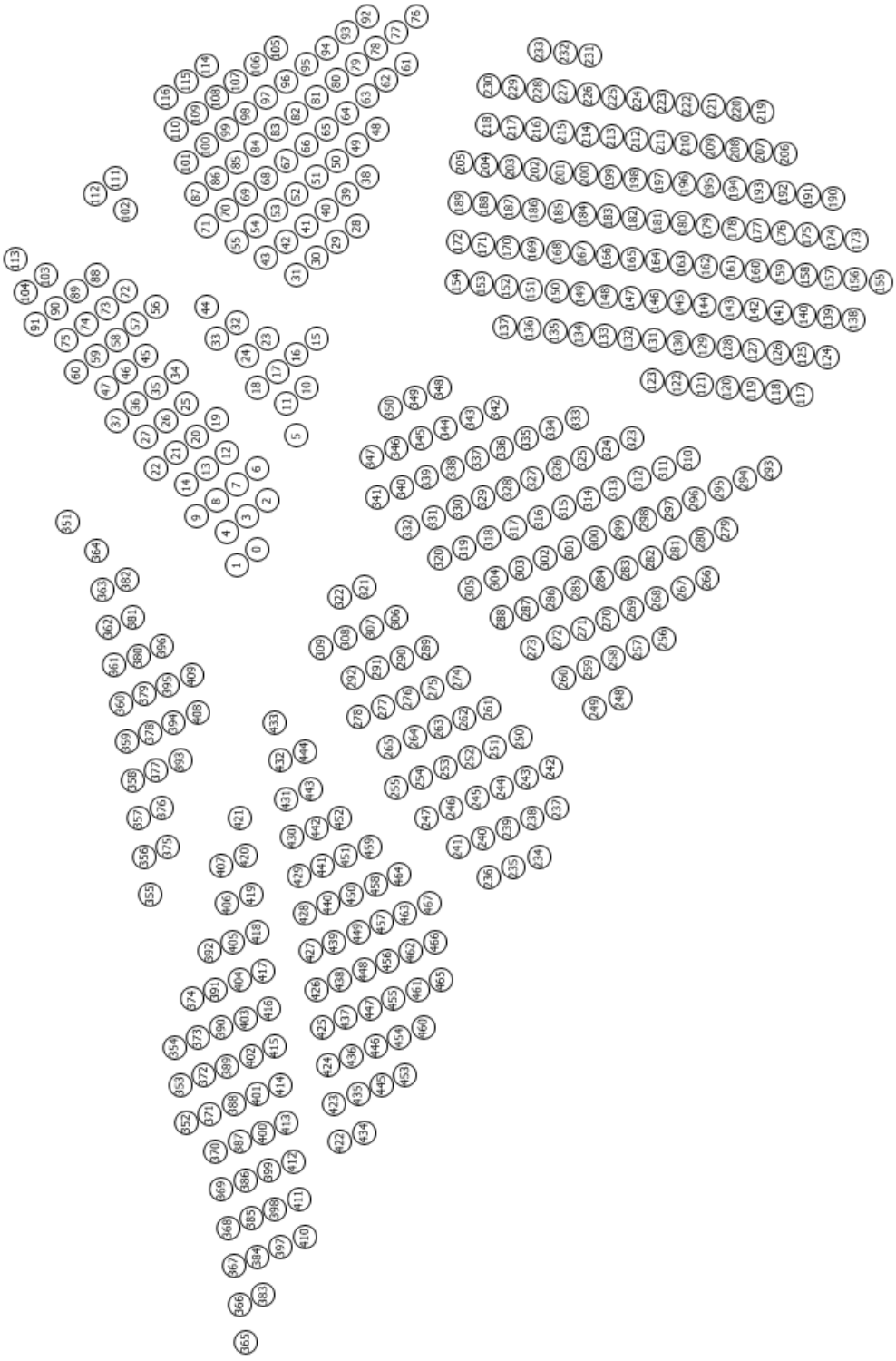
[5] J. Barentse
Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000

[6] Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee

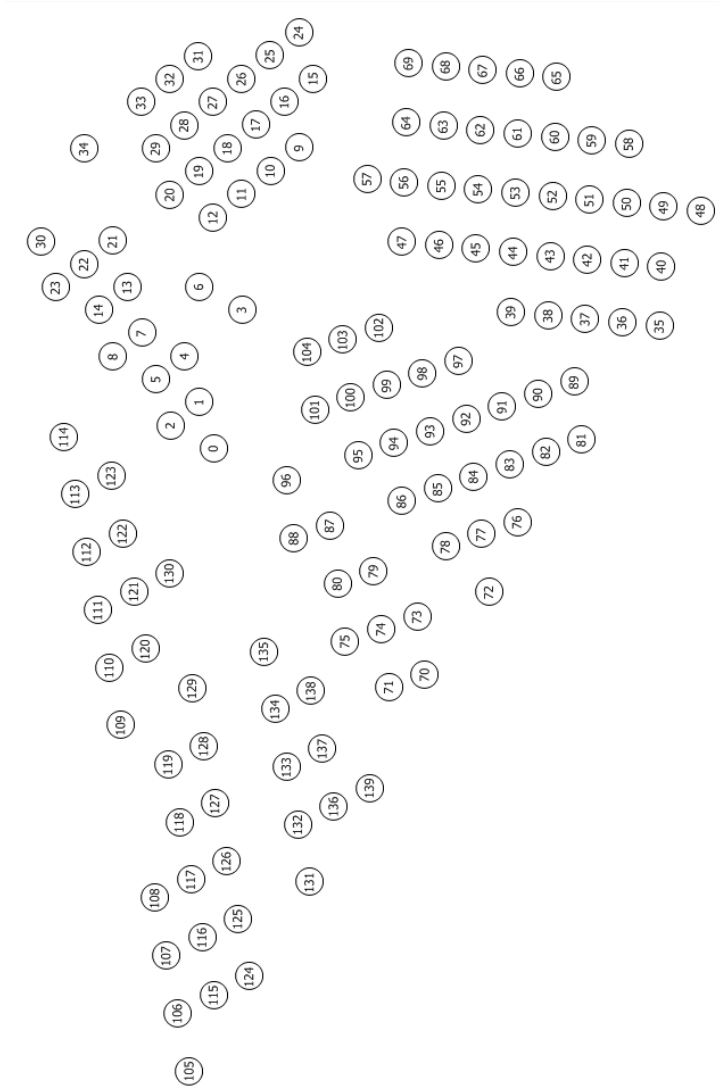
[7] Y. Koldenhof, C. van der Tak
Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee
MARIN, 19287.630/4, juli 2004

[8] Verdrag inzake de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (COLREGs)
Londen, 1972

APPENDIX A TURBINEPOSITIES



Figuur A-1 Turbineposities 3MW-configuratie

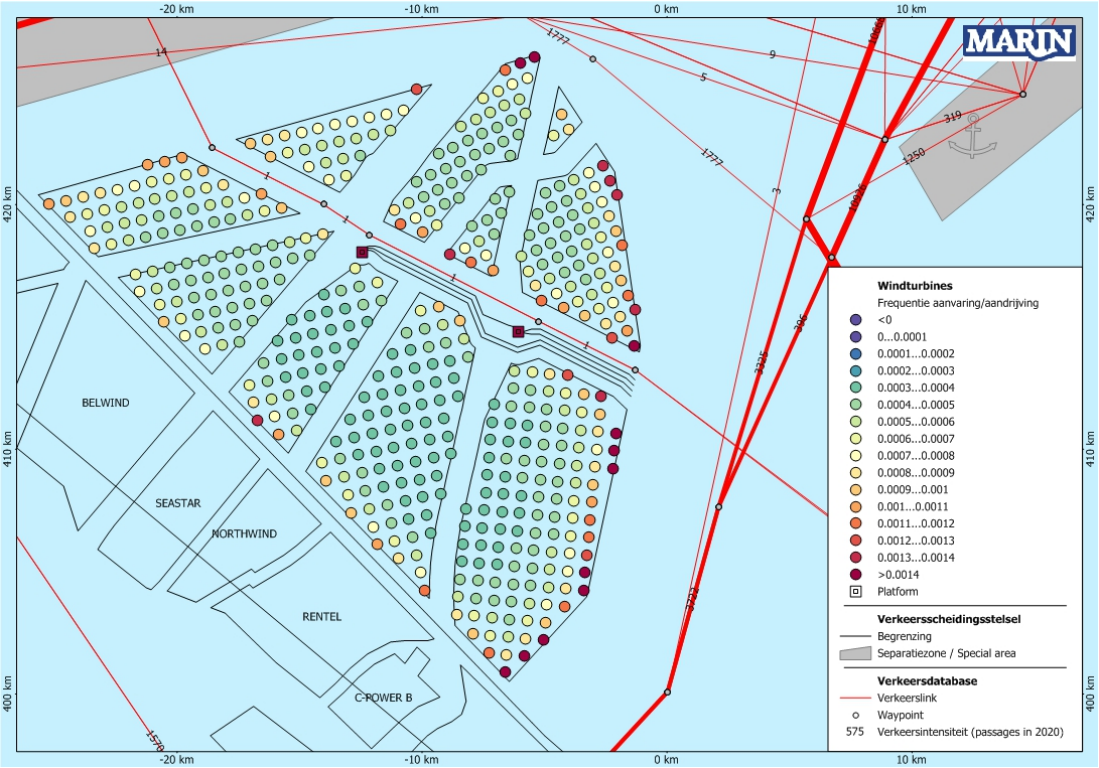


Figuur A-2 Turbineposities 10MW-configuratie

APPENDIX B RESULTATEN VERKEERSSCENARIO A

Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart voor schepen tot 24 meter en geen corridor voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter

Appendix B1: Resultaten 3MW-variant



Figuur B1-1 ***Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario A (3MW)***

Tabel B1-1 ***Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario A (3MW)***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_3MW	5144.2	259.2	0.000001	0.000754	0.000385	0.000036	0.001176	850
001.Bor_3MW	5144.5	258.9	0.000001	0.000389	0.000393	0.000033	0.000816	1225
002.Bor_3MW	5144.1	259.9	0.000001	0.000609	0.000380	0.000036	0.001025	975
003.Bor_3MW	5144.4	259.6	0.000001	0.000301	0.000388	0.000033	0.000723	1384
004.Bor_3MW	5144.7	259.4	0.000001	0.000149	0.000391	0.000031	0.000572	1748
005.Bor_3MW	5143.6	300.9	0.000001	0.000935	0.000370	0.000039	0.001344	744
006.Bor_3MW	5144.2	300.4	0.000001	0.000237	0.000377	0.000034	0.000649	1541
007.Bor_3MW	5144.5	300.2	0.000001	0.000120	0.000385	0.000031	0.000538	1858
008.Bor_3MW	5144.8	259.9	0.000001	0.000056	0.000390	0.000029	0.000477	2095
009.Bor_3MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000027	0.000398	0.000028	0.000455	2199
010.Bor_3MW	5143.4	301.7	0.000001	0.000758	0.000377	0.000039	0.001174	852
011.Bor_3MW	5143.7	301.4	0.000001	0.000387	0.000366	0.000036	0.000790	1266
012.Bor_3MW	5144.7	300.7	0.000001	0.000044	0.000384	0.000030	0.000459	2179
013.Bor_3MW	5145.0	300.4	0.000001	0.000021	0.000395	0.000029	0.000446	2241
014.Bor_3MW	5145.3	300.1	0.000002	0.000010	0.000404	0.000027	0.000443	2255

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
015.Bor_3MW	5143.3	302.5	0.000001	0.000631	0.000390	0.000038	0.001060	943
016.Bor_3MW	5143.6	302.2	0.000001	0.000316	0.000366	0.000036	0.000719	1390
017.Bor_3MW	5143.9	301.9	0.000001	0.000153	0.000369	0.000034	0.000556	1800
018.Bor_3MW	5144.2	301.7	0.000001	0.000072	0.000378	0.000032	0.000482	2073
019.Bor_3MW	5144.8	301.1	0.000001	0.000016	0.000395	0.000029	0.000441	2265
020.Bor_3MW	5145.2	300.9	0.000002	0.000008	0.000397	0.000028	0.000434	2305
021.Bor_3MW	5145.5	300.7	0.000003	0.000004	0.000405	0.000026	0.000438	2285
022.Bor_3MW	5145.8	300.4	0.000004	0.000005	0.000415	0.000026	0.000451	2220
023.Bor_3MW	5144.1	302.5	0.000001	0.000055	0.000377	0.000032	0.000465	2153
024.Bor_3MW	5144.4	302.2	0.000001	0.000025	0.000386	0.000030	0.000443	2260
025.Bor_3MW	5145.3	301.4	0.000002	0.000003	0.000402	0.000027	0.000434	2303
026.Bor_3MW	5145.6	301.1	0.000003	0.000002	0.000411	0.000026	0.000443	2260
027.Bor_3MW	5145.9	300.9	0.000005	0.000007	0.000420	0.000027	0.000459	2181
028.Bor_3MW	5142.6	304.2	0.000006	0.000738	0.000399	0.000040	0.001184	844
029.Bor_3MW	5143.0	304.0	0.000005	0.000404	0.000375	0.000038	0.000821	1218
030.Bor_3MW	5143.3	303.7	0.000003	0.000203	0.000377	0.000035	0.000619	1616
031.Bor_3MW	5143.6	303.5	0.000003	0.000097	0.000376	0.000034	0.000509	1964
032.Bor_3MW	5144.5	302.7	0.000002	0.000009	0.000388	0.000028	0.000428	2339
033.Bor_3MW	5144.8	302.5	0.000002	0.000004	0.000390	0.000028	0.000424	2358
034.Bor_3MW	5145.5	301.9	0.000002	0.000001	0.000408	0.000026	0.000437	2286
035.Bor_3MW	5145.8	301.7	0.000003	0.000002	0.000417	0.000027	0.000450	2224
036.Bor_3MW	5146.1	301.4	0.000005	0.000008	0.000423	0.000027	0.000463	2159
037.Bor_3MW	5146.4	301.1	0.000008	0.000025	0.000439	0.000028	0.000500	1998
038.Bor_3MW	5142.5	305.0	0.000014	0.000584	0.000389	0.000040	0.001026	975
039.Bor_3MW	5142.8	304.7	0.000009	0.000313	0.000379	0.000038	0.000739	1354
040.Bor_3MW	5143.1	304.5	0.000007	0.000154	0.000380	0.000035	0.000576	1737
041.Bor_3MW	5143.4	304.2	0.000005	0.000074	0.000385	0.000033	0.000497	2011
042.Bor_3MW	5143.7	304.0	0.000004	0.000031	0.000384	0.000031	0.000450	2222
043.Bor_3MW	5144.1	303.7	0.000004	0.000014	0.000394	0.000030	0.000441	2269
044.Bor_3MW	5145.0	302.9	0.000002	0.000002	0.000398	0.000027	0.000428	2337
045.Bor_3MW	5145.9	302.2	0.000004	0.000003	0.000419	0.000027	0.000453	2210
046.Bor_3MW	5146.3	301.9	0.000006	0.000009	0.000429	0.000027	0.000471	2123
047.Bor_3MW	5146.6	301.7	0.000010	0.000029	0.000442	0.000028	0.000510	1962
048.Bor_3MW	5142.3	305.8	0.000027	0.000472	0.000395	0.000040	0.000934	1071
049.Bor_3MW	5142.6	305.5	0.000020	0.000237	0.000398	0.000038	0.000692	1445
050.Bor_3MW	5143.0	305.2	0.000015	0.000119	0.000390	0.000035	0.000559	1789
051.Bor_3MW	5143.3	305.0	0.000010	0.000058	0.000392	0.000033	0.000494	2025
052.Bor_3MW	5143.6	304.7	0.000007	0.000023	0.000395	0.000031	0.000456	2193
053.Bor_3MW	5143.9	304.5	0.000006	0.000010	0.000389	0.000030	0.000435	2299
054.Bor_3MW	5144.2	304.2	0.000004	0.000005	0.000405	0.000029	0.000443	2256
055.Bor_3MW	5144.5	304.0	0.000003	0.000002	0.000400	0.000028	0.000434	2305
056.Bor_3MW	5145.8	302.9	0.000003	0.000004	0.000416	0.000028	0.000451	2218
057.Bor_3MW	5146.1	302.7	0.000005	0.000004	0.000424	0.000027	0.000460	2175
058.Bor_3MW	5146.4	302.4	0.000007	0.000011	0.000434	0.000028	0.000480	2085
059.Bor_3MW	5146.7	302.2	0.000011	0.000033	0.000449	0.000028	0.000522	1915
060.Bor_3MW	5147.1	301.9	0.000021	0.000116	0.000465	0.000030	0.000632	1581
061.Bor_3MW	5141.9	306.8	0.000081	0.000728	0.000419	0.000042	0.001270	788
062.Bor_3MW	5142.2	306.5	0.000053	0.000389	0.000403	0.000039	0.000885	1131
063.Bor_3MW	5142.5	306.2	0.000042	0.000191	0.000403	0.000038	0.000673	1486
064.Bor_3MW	5142.8	306.0	0.000031	0.000094	0.000405	0.000035	0.000566	1768
065.Bor_3MW	5143.1	305.8	0.000021	0.000041	0.000402	0.000033	0.000497	2011
066.Bor_3MW	5143.4	305.5	0.000016	0.000019	0.000413	0.000032	0.000479	2087
067.Bor_3MW	5143.7	305.2	0.000011	0.000013	0.000404	0.000031	0.000459	2179
068.Bor_3MW	5144.1	305.0	0.000008	0.000010	0.000402	0.000031	0.000450	2220
069.Bor_3MW	5144.4	304.7	0.000006	0.000008	0.000406	0.000030	0.000449	2226

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
070.Bor_3MW	5144.7	304.4	0.000005	0.000007	0.000411	0.000029	0.000451	2216
071.Bor_3MW	5145.0	304.2	0.000004	0.000008	0.000408	0.000030	0.000449	2225
072.Bor_3MW	5146.3	303.2	0.000006	0.000013	0.000430	0.000028	0.000477	2094
073.Bor_3MW	5146.6	302.9	0.000009	0.000014	0.000442	0.000027	0.000492	2033
074.Bor_3MW	5146.9	302.7	0.000014	0.000040	0.000457	0.000029	0.000539	1855
075.Bor_3MW	5147.2	302.4	0.000029	0.000139	0.000473	0.000030	0.000671	1490
076.Bor_3MW	5141.7	307.5	0.000179	0.000856	0.000432	0.000061	0.001528	654
077.Bor_3MW	5142.0	307.3	0.000126	0.000459	0.000427	0.000041	0.001053	950
078.Bor_3MW	5142.3	307.0	0.000082	0.000281	0.000416	0.000039	0.000818	1222
079.Bor_3MW	5142.6	306.8	0.000059	0.000194	0.000423	0.000038	0.000714	1400
080.Bor_3MW	5143.0	306.5	0.000046	0.000139	0.000418	0.000036	0.000639	1565
081.Bor_3MW	5143.3	306.2	0.000032	0.000101	0.000413	0.000035	0.000580	1724
082.Bor_3MW	5143.6	306.0	0.000021	0.000072	0.000417	0.000034	0.000543	1841
083.Bor_3MW	5143.9	305.8	0.000015	0.000049	0.000411	0.000033	0.000507	1971
084.Bor_3MW	5144.2	305.5	0.000011	0.000034	0.000415	0.000032	0.000492	2034
085.Bor_3MW	5144.5	305.2	0.000009	0.000027	0.000416	0.000031	0.000483	2070
086.Bor_3MW	5144.9	305.0	0.000007	0.000024	0.000412	0.000031	0.000475	2106
087.Bor_3MW	5145.2	304.7	0.000006	0.000025	0.000416	0.000031	0.000479	2089
088.Bor_3MW	5146.7	303.4	0.000012	0.000047	0.000452	0.000029	0.000541	1849
089.Bor_3MW	5147.1	303.2	0.000019	0.000054	0.000464	0.000029	0.000566	1767
090.Bor_3MW	5147.4	302.9	0.000032	0.000171	0.000483	0.000031	0.000717	1396
091.Bor_3MW	5147.7	302.7	0.000127	0.000518	0.000512	0.000033	0.001191	840
092.Bor_3MW	5142.5	307.5	0.000133	0.000751	0.000437	0.000042	0.001363	734
093.Bor_3MW	5142.8	307.3	0.000086	0.000560	0.000441	0.000041	0.001127	888
094.Bor_3MW	5143.1	307.0	0.000063	0.000427	0.000439	0.000039	0.000968	1033
095.Bor_3MW	5143.4	306.8	0.000046	0.000314	0.000435	0.000038	0.000832	1202
096.Bor_3MW	5143.7	306.5	0.000031	0.000226	0.000442	0.000037	0.000735	1361
097.Bor_3MW	5144.1	306.2	0.000021	0.000166	0.000420	0.000036	0.000642	1556
098.Bor_3MW	5144.4	306.0	0.000015	0.000118	0.000424	0.000035	0.000591	1691
099.Bor_3MW	5144.7	305.8	0.000011	0.000086	0.000417	0.000034	0.000547	1827
100.Bor_3MW	5145.0	305.5	0.000009	0.000079	0.000421	0.000033	0.000542	1846
101.Bor_3MW	5145.3	305.2	0.000007	0.000079	0.000426	0.000033	0.000545	1835
102.Bor_3MW	5146.3	304.4	0.000010	0.000122	0.000441	0.000032	0.000605	1652
103.Bor_3MW	5147.5	303.4	0.000047	0.000210	0.000504	0.000031	0.000791	1263
104.Bor_3MW	5147.8	303.2	0.000207	0.000626	0.000538	0.000033	0.001405	712
105.Bor_3MW	5143.9	307.0	0.000045	0.000646	0.000436	0.000040	0.001166	857
106.Bor_3MW	5144.2	306.8	0.000030	0.000473	0.000431	0.000038	0.000972	1029
107.Bor_3MW	5144.5	306.5	0.000021	0.000355	0.000431	0.000037	0.000844	1184
108.Bor_3MW	5144.9	306.2	0.000016	0.000266	0.000426	0.000036	0.000745	1343
109.Bor_3MW	5145.2	306.0	0.000013	0.000251	0.000434	0.000036	0.000733	1364
110.Bor_3MW	5145.5	305.8	0.000012	0.000247	0.000434	0.000035	0.000728	1374
111.Bor_3MW	5146.4	305.0	0.000018	0.000368	0.000461	0.000035	0.000882	1134
112.Bor_3MW	5146.7	304.7	0.000027	0.000419	0.000475	0.000035	0.000956	1046
113.Bor_3MW	5148.0	303.7	0.000339	0.000761	0.000567	0.000043	0.001711	584
114.Bor_3MW	5145.0	306.8	0.000023	0.000804	0.000449	0.000050	0.001326	754
115.Bor_3MW	5145.3	306.5	0.000019	0.000798	0.000451	0.000050	0.001319	758
116.Bor_3MW	5145.6	306.2	0.000018	0.000786	0.000457	0.000050	0.001310	763
117.Bor_3MW	5135.7	301.6	0.000007	0.000485	0.000340	0.000041	0.000873	1145
118.Bor_3MW	5136.0	301.6	0.000006	0.000187	0.000334	0.000038	0.000565	1770
119.Bor_3MW	5136.4	301.6	0.000005	0.000065	0.000331	0.000035	0.000437	2288
120.Bor_3MW	5136.8	301.7	0.000004	0.000024	0.000324	0.000033	0.000386	2593
121.Bor_3MW	5137.2	301.7	0.000004	0.000008	0.000322	0.000032	0.000365	2736
122.Bor_3MW	5137.6	301.7	0.000003	0.000003	0.000329	0.000031	0.000366	2734
123.Bor_3MW	5138.0	301.8	0.000003	0.000001	0.000332	0.000028	0.000364	2744
124.Bor_3MW	5135.2	302.2	0.000015	0.000570	0.000348	0.000043	0.000976	1024

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
125.Bor_3MW	5135.6	302.2	0.000013	0.000218	0.000348	0.000039	0.000618	1619
126.Bor_3MW	5136.0	302.2	0.000010	0.000080	0.000344	0.000037	0.000471	2124
127.Bor_3MW	5136.4	302.3	0.000008	0.000028	0.000333	0.000034	0.000404	2475
128.Bor_3MW	5136.8	302.3	0.000007	0.000010	0.000325	0.000033	0.000375	2667
129.Bor_3MW	5137.2	302.3	0.000006	0.000003	0.000331	0.000032	0.000373	2683
130.Bor_3MW	5137.6	302.4	0.000005	0.000001	0.000336	0.000030	0.000372	2688
131.Bor_3MW	5138.0	302.4	0.000005	0.000000	0.000331	0.000028	0.000364	2744
132.Bor_3MW	5138.4	302.5	0.000004	0.000000	0.000336	0.000026	0.000367	2727
133.Bor_3MW	5138.8	302.5	0.000004	0.000000	0.000343	0.000026	0.000373	2679
134.Bor_3MW	5139.1	302.5	0.000004	0.000000	0.000354	0.000027	0.000385	2600
135.Bor_3MW	5139.5	302.6	0.000004	0.000000	0.000367	0.000028	0.000399	2506
136.Bor_3MW	5139.9	302.6	0.000003	0.000002	0.000340	0.000029	0.000374	2675
137.Bor_3MW	5140.3	302.6	0.000003	0.000007	0.000343	0.000031	0.000384	2604
138.Bor_3MW	5134.8	302.8	0.000033	0.000686	0.000365	0.000044	0.001128	886
139.Bor_3MW	5135.2	302.8	0.000025	0.000261	0.000355	0.000040	0.000681	1468
140.Bor_3MW	5135.6	302.8	0.000021	0.000096	0.000354	0.000038	0.000508	1967
141.Bor_3MW	5136.0	302.9	0.000018	0.000034	0.000346	0.000036	0.000434	2307
142.Bor_3MW	5136.4	302.9	0.000014	0.000012	0.000342	0.000033	0.000402	2491
143.Bor_3MW	5136.8	302.9	0.000012	0.000004	0.000334	0.000033	0.000383	2610
144.Bor_3MW	5137.2	302.9	0.000010	0.000001	0.000339	0.000031	0.000382	2619
145.Bor_3MW	5137.6	303.0	0.000009	0.000001	0.000340	0.000030	0.000379	2637
146.Bor_3MW	5138.0	303.1	0.000008	0.000000	0.000338	0.000029	0.000376	2663
147.Bor_3MW	5138.3	303.1	0.000007	0.000000	0.000342	0.000028	0.000378	2649
148.Bor_3MW	5138.7	303.1	0.000006	0.000000	0.000353	0.000028	0.000387	2583
149.Bor_3MW	5139.1	303.2	0.000006	0.000000	0.000365	0.000029	0.000400	2498
150.Bor_3MW	5139.5	303.2	0.000005	0.000001	0.000353	0.000029	0.000389	2573
151.Bor_3MW	5139.9	303.2	0.000005	0.000003	0.000341	0.000030	0.000380	2634
152.Bor_3MW	5140.3	303.2	0.000005	0.000013	0.000354	0.000032	0.000405	2471
153.Bor_3MW	5140.7	303.3	0.000005	0.000047	0.000348	0.000034	0.000434	2306
154.Bor_3MW	5141.1	303.4	0.000004	0.000159	0.000347	0.000035	0.000546	1832
155.Bor_3MW	5134.4	303.4	0.000094	0.000964	0.000401	0.000077	0.001536	651
156.Bor_3MW	5134.8	303.4	0.000059	0.000334	0.000380	0.000042	0.000815	1227
157.Bor_3MW	5135.2	303.4	0.000045	0.000133	0.000367	0.000038	0.000583	1716
158.Bor_3MW	5135.6	303.4	0.000035	0.000049	0.000360	0.000037	0.000481	2078
159.Bor_3MW	5136.0	303.5	0.000030	0.000021	0.000353	0.000035	0.000439	2277
160.Bor_3MW	5136.4	303.5	0.000025	0.000010	0.000347	0.000034	0.000416	2404
161.Bor_3MW	5136.8	303.5	0.000022	0.000005	0.000346	0.000034	0.000407	2456
162.Bor_3MW	5137.1	303.6	0.000018	0.000003	0.000352	0.000033	0.000406	2464
163.Bor_3MW	5137.5	303.7	0.000015	0.000002	0.000347	0.000032	0.000396	2522
164.Bor_3MW	5137.9	303.7	0.000013	0.000002	0.000353	0.000031	0.000398	2511
165.Bor_3MW	5138.3	303.7	0.000011	0.000001	0.000354	0.000030	0.000397	2521
166.Bor_3MW	5138.7	303.7	0.000010	0.000001	0.000371	0.000029	0.000411	2431
167.Bor_3MW	5139.1	303.8	0.000010	0.000001	0.000371	0.000029	0.000411	2434
168.Bor_3MW	5139.5	303.8	0.000009	0.000001	0.000353	0.000030	0.000393	2546
169.Bor_3MW	5139.9	303.8	0.000008	0.000006	0.000348	0.000032	0.000394	2541
170.Bor_3MW	5140.3	303.9	0.000008	0.000024	0.000352	0.000033	0.000418	2394
171.Bor_3MW	5140.7	303.9	0.000008	0.000084	0.000351	0.000035	0.000478	2092
172.Bor_3MW	5141.0	304.0	0.000007	0.000280	0.000358	0.000037	0.000682	1467
173.Bor_3MW	5134.8	304.0	0.000114	0.000948	0.000398	0.000075	0.001537	651
174.Bor_3MW	5135.2	304.0	0.000074	0.000333	0.000385	0.000042	0.000834	1199
175.Bor_3MW	5135.6	304.1	0.000060	0.000138	0.000374	0.000039	0.000610	1639
176.Bor_3MW	5136.0	304.1	0.000050	0.000066	0.000368	0.000038	0.000522	1916
177.Bor_3MW	5136.3	304.1	0.000042	0.000032	0.000357	0.000036	0.000467	2143
178.Bor_3MW	5136.7	304.2	0.000038	0.000015	0.000357	0.000034	0.000444	2253
179.Bor_3MW	5137.1	304.2	0.000032	0.000011	0.000359	0.000034	0.000437	2291

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
180.Bor_3MW	5137.5	304.3	0.000028	0.000009	0.000356	0.000034	0.000428	2339
181.Bor_3MW	5137.9	304.3	0.000025	0.000007	0.000352	0.000033	0.000416	2402
182.Bor_3MW	5138.3	304.3	0.000021	0.000005	0.000363	0.000032	0.000422	2370
183.Bor_3MW	5138.7	304.4	0.000020	0.000003	0.000375	0.000031	0.000430	2328
184.Bor_3MW	5139.1	304.4	0.000017	0.000003	0.000359	0.000031	0.000411	2436
185.Bor_3MW	5139.5	304.4	0.000017	0.000003	0.000355	0.000031	0.000405	2468
186.Bor_3MW	5139.9	304.5	0.000014	0.000011	0.000379	0.000032	0.000436	2293
187.Bor_3MW	5140.2	304.5	0.000014	0.000045	0.000355	0.000035	0.000448	2230
188.Bor_3MW	5140.6	304.6	0.000013	0.000146	0.000358	0.000037	0.000555	1803
189.Bor_3MW	5141.0	304.6	0.000013	0.000457	0.000369	0.000039	0.000879	1138
190.Bor_3MW	5135.2	304.7	0.000152	0.000813	0.000405	0.000072	0.001442	694
191.Bor_3MW	5135.5	304.7	0.000108	0.000398	0.000390	0.000042	0.000939	1065
192.Bor_3MW	5135.9	304.7	0.000088	0.000195	0.000381	0.000041	0.000706	1417
193.Bor_3MW	5136.3	304.8	0.000072	0.000095	0.000374	0.000039	0.000580	1725
194.Bor_3MW	5136.7	304.8	0.000065	0.000053	0.000375	0.000037	0.000531	1884
195.Bor_3MW	5137.1	304.9	0.000059	0.000044	0.000371	0.000037	0.000511	1958
196.Bor_3MW	5137.5	304.9	0.000054	0.000036	0.000368	0.000036	0.000494	2025
197.Bor_3MW	5137.9	304.9	0.000046	0.000029	0.000370	0.000036	0.000482	2076
198.Bor_3MW	5138.3	305.0	0.000042	0.000021	0.000380	0.000034	0.000477	2097
199.Bor_3MW	5138.7	305.0	0.000039	0.000016	0.000377	0.000033	0.000464	2154
200.Bor_3MW	5139.0	305.0	0.000037	0.000012	0.000360	0.000033	0.000443	2259
201.Bor_3MW	5139.4	305.0	0.000031	0.000012	0.000383	0.000033	0.000459	2179
202.Bor_3MW	5139.8	305.1	0.000029	0.000021	0.000370	0.000034	0.000453	2206
203.Bor_3MW	5140.2	305.2	0.000026	0.000081	0.000366	0.000037	0.000509	1965
204.Bor_3MW	5140.6	305.2	0.000025	0.000256	0.000369	0.000038	0.000688	1454
205.Bor_3MW	5141.0	305.2	0.000023	0.000759	0.000386	0.000041	0.001210	827
206.Bor_3MW	5135.9	305.3	0.000161	0.000544	0.000396	0.000044	0.001146	873
207.Bor_3MW	5136.3	305.4	0.000143	0.000277	0.000393	0.000041	0.000854	1171
208.Bor_3MW	5136.7	305.5	0.000130	0.000192	0.000399	0.000041	0.000763	1310
209.Bor_3MW	5137.1	305.5	0.000123	0.000158	0.000389	0.000040	0.000710	1408
210.Bor_3MW	5137.5	305.5	0.000115	0.000133	0.000387	0.000039	0.000673	1485
211.Bor_3MW	5137.9	305.5	0.000100	0.000111	0.000394	0.000039	0.000643	1554
212.Bor_3MW	5138.3	305.6	0.000091	0.000092	0.000402	0.000038	0.000622	1607
213.Bor_3MW	5138.6	305.6	0.000079	0.000075	0.000383	0.000037	0.000574	1741
214.Bor_3MW	5139.0	305.6	0.000073	0.000060	0.000372	0.000036	0.000541	1849
215.Bor_3MW	5139.4	305.7	0.000060	0.000059	0.000372	0.000036	0.000527	1898
216.Bor_3MW	5139.8	305.8	0.000057	0.000082	0.000371	0.000037	0.000546	1833
217.Bor_3MW	5140.2	305.8	0.000053	0.000147	0.000379	0.000038	0.000617	1621
218.Bor_3MW	5140.6	305.8	0.000050	0.000456	0.000392	0.000041	0.000940	1064
219.Bor_3MW	5136.3	306.0	0.000400	0.000766	0.000425	0.000066	0.001657	604
220.Bor_3MW	5136.7	306.1	0.000329	0.000639	0.000411	0.000044	0.001422	703
221.Bor_3MW	5137.1	306.1	0.000302	0.000545	0.000404	0.000044	0.001294	773
222.Bor_3MW	5137.4	306.1	0.000265	0.000475	0.000407	0.000043	0.001191	840
223.Bor_3MW	5137.8	306.2	0.000254	0.000401	0.000415	0.000042	0.001112	899
224.Bor_3MW	5138.2	306.2	0.000217	0.000336	0.000416	0.000042	0.001011	989
225.Bor_3MW	5138.6	306.2	0.000187	0.000283	0.000395	0.000042	0.000907	1103
226.Bor_3MW	5139.0	306.3	0.000160	0.000233	0.000394	0.000040	0.000828	1208
227.Bor_3MW	5139.4	306.3	0.000135	0.000231	0.000390	0.000040	0.000796	1257
228.Bor_3MW	5139.8	306.4	0.000124	0.000258	0.000384	0.000041	0.000807	1239
229.Bor_3MW	5140.2	306.4	0.000106	0.000451	0.000398	0.000041	0.000997	1003
230.Bor_3MW	5140.6	306.4	0.000098	0.000778	0.000410	0.000044	0.001330	752
231.Bor_3MW	5139.0	306.9	0.000414	0.000803	0.000408	0.000045	0.001669	599
232.Bor_3MW	5139.4	307.0	0.000344	0.000801	0.000408	0.000045	0.001597	626
233.Bor_3MW	5139.8	307.0	0.000284	0.000753	0.000412	0.000044	0.001492	670
234.Bor_3MW	5139.8	254.3	0.000000	0.000969	0.000334	0.000046	0.001350	741

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
235.Bor_3MW	5140.2	254.1	0.000000	0.000497	0.000343	0.000041	0.000881	1135
236.Bor_3MW	5140.6	253.9	0.000000	0.000235	0.000352	0.000037	0.000624	1603
237.Bor_3MW	5139.5	255.1	0.000000	0.000654	0.000328	0.000044	0.001027	974
238.Bor_3MW	5139.9	254.9	0.000000	0.000336	0.000335	0.000040	0.000712	1404
239.Bor_3MW	5140.3	254.7	0.000000	0.000158	0.000344	0.000037	0.000539	1855
240.Bor_3MW	5140.7	254.6	0.000000	0.000069	0.000350	0.000034	0.000453	2207
241.Bor_3MW	5141.1	254.4	0.000000	0.000031	0.000354	0.000031	0.000417	2399
242.Bor_3MW	5139.6	255.7	0.000000	0.000221	0.000330	0.000039	0.000590	1696
243.Bor_3MW	5140.0	255.6	0.000000	0.000105	0.000336	0.000036	0.000477	2096
244.Bor_3MW	5140.4	255.4	0.000000	0.000047	0.000341	0.000033	0.000422	2372
245.Bor_3MW	5140.8	255.2	0.000000	0.000021	0.000345	0.000031	0.000397	2519
246.Bor_3MW	5141.1	255.1	0.000000	0.000010	0.000354	0.000030	0.000393	2545
247.Bor_3MW	5141.5	254.9	0.000000	0.000004	0.000361	0.000028	0.000393	2545
248.Bor_3MW	5138.5	256.8	0.000000	0.000556	0.000332	0.000042	0.000930	1075
249.Bor_3MW	5138.9	256.6	0.000000	0.000277	0.000324	0.000038	0.000640	1563
250.Bor_3MW	5140.1	256.2	0.000000	0.000029	0.000332	0.000032	0.000394	2539
251.Bor_3MW	5140.5	256.0	0.000000	0.000014	0.000338	0.000031	0.000383	2610
252.Bor_3MW	5140.9	255.9	0.000000	0.000006	0.000343	0.000030	0.000379	2638
253.Bor_3MW	5141.3	255.7	0.000000	0.000003	0.000350	0.000028	0.000381	2621
254.Bor_3MW	5141.6	255.6	0.000000	0.000001	0.000367	0.000027	0.000395	2532
255.Bor_3MW	5142.0	255.4	0.000000	0.000001	0.000370	0.000025	0.000395	2530
256.Bor_3MW	5137.8	257.7	0.000001	0.000625	0.000325	0.000040	0.000990	1010
257.Bor_3MW	5138.2	257.6	0.000000	0.000320	0.000326	0.000039	0.000685	1459
258.Bor_3MW	5138.6	257.4	0.000000	0.000166	0.000323	0.000036	0.000526	1902
259.Bor_3MW	5139.0	257.2	0.000000	0.000079	0.000322	0.000034	0.000436	2295
260.Bor_3MW	5139.4	257.1	0.000000	0.000035	0.000329	0.000033	0.000397	2520
261.Bor_3MW	5140.6	256.6	0.000000	0.000004	0.000337	0.000030	0.000370	2702
262.Bor_3MW	5141.0	256.5	0.000000	0.000002	0.000346	0.000029	0.000377	2655
263.Bor_3MW	5141.3	256.3	0.000000	0.000001	0.000356	0.000027	0.000383	2608
264.Bor_3MW	5141.7	256.2	0.000000	0.000001	0.000362	0.000026	0.000389	2572
265.Bor_3MW	5142.1	256.0	0.000000	0.000002	0.000363	0.000027	0.000391	2556
266.Bor_3MW	5137.1	258.7	0.000001	0.000694	0.000321	0.000038	0.001053	949
267.Bor_3MW	5137.5	258.5	0.000000	0.000367	0.000322	0.000036	0.000725	1378
268.Bor_3MW	5137.9	258.4	0.000001	0.000191	0.000321	0.000036	0.000549	1822
269.Bor_3MW	5138.3	258.2	0.000000	0.000096	0.000320	0.000034	0.000451	2219
270.Bor_3MW	5138.7	258.0	0.000000	0.000043	0.000327	0.000032	0.000403	2484
271.Bor_3MW	5139.1	257.9	0.000000	0.000018	0.000330	0.000032	0.000380	2631
272.Bor_3MW	5139.5	257.7	0.000000	0.000008	0.000337	0.000031	0.000376	2659
273.Bor_3MW	5139.9	257.6	0.000000	0.000004	0.000328	0.000030	0.000363	2758
274.Bor_3MW	5141.1	257.1	0.000000	0.000001	0.000349	0.000027	0.000376	2659
275.Bor_3MW	5141.4	256.9	0.000000	0.000001	0.000356	0.000027	0.000383	2610
276.Bor_3MW	5141.8	256.8	0.000000	0.000002	0.000353	0.000027	0.000382	2620
277.Bor_3MW	5142.2	256.6	0.000000	0.000004	0.000350	0.000028	0.000382	2615
278.Bor_3MW	5142.6	256.5	0.000000	0.000010	0.000360	0.000027	0.000397	2519
279.Bor_3MW	5136.8	259.5	0.000001	0.000520	0.000322	0.000038	0.000880	1136
280.Bor_3MW	5137.2	259.3	0.000001	0.000253	0.000319	0.000035	0.000608	1645
281.Bor_3MW	5137.6	259.2	0.000001	0.000121	0.000318	0.000035	0.000475	2105
282.Bor_3MW	5138.0	259.0	0.000001	0.000059	0.000327	0.000033	0.000420	2383
283.Bor_3MW	5138.4	258.8	0.000001	0.000024	0.000321	0.000030	0.000376	2661
284.Bor_3MW	5138.8	258.7	0.000000	0.000010	0.000337	0.000030	0.000377	2650
285.Bor_3MW	5139.2	258.5	0.000000	0.000004	0.000333	0.000030	0.000368	2717
286.Bor_3MW	5139.6	258.4	0.000000	0.000002	0.000327	0.000029	0.000359	2788
287.Bor_3MW	5140.0	258.2	0.000000	0.000001	0.000329	0.000028	0.000358	2790
288.Bor_3MW	5140.4	258.0	0.000000	0.000001	0.000335	0.000027	0.000363	2752
289.Bor_3MW	5141.5	257.6	0.000000	0.000002	0.000347	0.000028	0.000377	2653

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
290.Bor_3MW	5141.9	257.4	0.000000	0.000005	0.000342	0.000029	0.000375	2665
291.Bor_3MW	5142.3	257.2	0.000000	0.000011	0.000349	0.000029	0.000389	2568
292.Bor_3MW	5142.7	257.1	0.000000	0.000031	0.000357	0.000029	0.000416	2402
293.Bor_3MW	5136.2	300.4	0.000002	0.000764	0.000327	0.000042	0.001135	881
294.Bor_3MW	5136.6	300.2	0.000001	0.000361	0.000325	0.000038	0.000725	1378
295.Bor_3MW	5136.9	300.1	0.000001	0.000172	0.000322	0.000035	0.000531	1884
296.Bor_3MW	5137.3	259.9	0.000001	0.000082	0.000323	0.000034	0.000440	2271
297.Bor_3MW	5137.7	259.8	0.000001	0.000038	0.000319	0.000032	0.000390	2562
298.Bor_3MW	5138.1	259.6	0.000001	0.000016	0.000322	0.000031	0.000370	2705
299.Bor_3MW	5138.5	259.5	0.000001	0.000006	0.000328	0.000029	0.000365	2741
300.Bor_3MW	5138.9	259.3	0.000001	0.000003	0.000333	0.000028	0.000364	2750
301.Bor_3MW	5139.3	259.2	0.000000	0.000001	0.000334	0.000028	0.000364	2748
302.Bor_3MW	5139.7	259.0	0.000000	0.000001	0.000334	0.000028	0.000363	2754
303.Bor_3MW	5140.1	258.9	0.000000	0.000000	0.000338	0.000027	0.000365	2737
304.Bor_3MW	5140.5	258.7	0.000000	0.000000	0.000355	0.000026	0.000381	2623
305.Bor_3MW	5140.9	258.5	0.000000	0.000001	0.000352	0.000027	0.000380	2629
306.Bor_3MW	5142.0	258.1	0.000000	0.000013	0.000340	0.000030	0.000383	2613
307.Bor_3MW	5142.4	257.9	0.000000	0.000034	0.000346	0.000030	0.000410	2438
308.Bor_3MW	5142.8	257.7	0.000000	0.000100	0.000354	0.000031	0.000484	2067
309.Bor_3MW	5143.2	257.6	0.000000	0.000267	0.000361	0.000032	0.000660	1516
310.Bor_3MW	5137.4	300.5	0.000001	0.000026	0.000316	0.000033	0.000377	2653
311.Bor_3MW	5137.8	300.4	0.000001	0.000011	0.000317	0.000031	0.000360	2774
312.Bor_3MW	5138.2	300.2	0.000001	0.000004	0.000328	0.000029	0.000363	2757
313.Bor_3MW	5138.6	300.1	0.000001	0.000002	0.000332	0.000028	0.000362	2760
314.Bor_3MW	5139.0	259.9	0.000001	0.000001	0.000330	0.000027	0.000359	2789
315.Bor_3MW	5139.4	259.8	0.000001	0.000000	0.000339	0.000027	0.000367	2728
316.Bor_3MW	5139.8	259.6	0.000001	0.000000	0.000349	0.000026	0.000376	2657
317.Bor_3MW	5140.2	259.5	0.000000	0.000000	0.000349	0.000025	0.000375	2663
318.Bor_3MW	5140.6	259.3	0.000000	0.000000	0.000351	0.000027	0.000379	2638
319.Bor_3MW	5140.9	259.2	0.000000	0.000002	0.000345	0.000029	0.000375	2664
320.Bor_3MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000004	0.000333	0.000030	0.000368	2719
321.Bor_3MW	5142.5	258.5	0.000000	0.000101	0.000348	0.000032	0.000481	2078
322.Bor_3MW	5142.9	258.4	0.000000	0.000276	0.000355	0.000033	0.000664	1506
323.Bor_3MW	5138.3	300.9	0.000001	0.000001	0.000331	0.000028	0.000362	2760
324.Bor_3MW	5138.7	300.7	0.000001	0.000001	0.000334	0.000027	0.000363	2756
325.Bor_3MW	5139.1	300.5	0.000001	0.000000	0.000344	0.000027	0.000372	2687
326.Bor_3MW	5139.5	300.4	0.000001	0.000000	0.000336	0.000026	0.000363	2754
327.Bor_3MW	5139.9	300.2	0.000001	0.000000	0.000346	0.000026	0.000372	2686
328.Bor_3MW	5140.3	300.1	0.000001	0.000000	0.000357	0.000027	0.000385	2600
329.Bor_3MW	5140.7	259.9	0.000001	0.000001	0.000342	0.000028	0.000373	2684
330.Bor_3MW	5141.0	259.8	0.000000	0.000004	0.000332	0.000030	0.000366	2733
331.Bor_3MW	5141.4	259.6	0.000000	0.000012	0.000346	0.000031	0.000389	2570
332.Bor_3MW	5141.8	259.5	0.000000	0.000033	0.000338	0.000032	0.000403	2481
333.Bor_3MW	5139.2	301.2	0.000001	0.000000	0.000336	0.000026	0.000364	2750
334.Bor_3MW	5139.6	301.0	0.000001	0.000000	0.000346	0.000026	0.000374	2675
335.Bor_3MW	5140.0	300.9	0.000001	0.000000	0.000368	0.000027	0.000396	2523
336.Bor_3MW	5140.4	300.7	0.000001	0.000001	0.000345	0.000028	0.000375	2665
337.Bor_3MW	5140.8	300.5	0.000001	0.000004	0.000334	0.000030	0.000368	2718
338.Bor_3MW	5141.1	300.4	0.000001	0.000011	0.000346	0.000031	0.000388	2574
339.Bor_3MW	5141.5	300.2	0.000000	0.000030	0.000339	0.000032	0.000401	2495
340.Bor_3MW	5141.9	300.1	0.000000	0.000085	0.000336	0.000033	0.000455	2197
341.Bor_3MW	5142.3	259.9	0.000000	0.000243	0.000340	0.000035	0.000619	1615
342.Bor_3MW	5140.5	301.4	0.000001	0.000003	0.000335	0.000029	0.000368	2715
343.Bor_3MW	5140.8	301.2	0.000001	0.000010	0.000344	0.000031	0.000385	2594
344.Bor_3MW	5141.2	301.0	0.000001	0.000027	0.000337	0.000032	0.000398	2515

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
345.Bor_3MW	5141.6	300.9	0.000001	0.000077	0.000337	0.000033	0.000447	2236
346.Bor_3MW	5142.0	300.7	0.000000	0.000224	0.000336	0.000035	0.000596	1676
347.Bor_3MW	5142.4	300.6	0.000000	0.000575	0.000340	0.000037	0.000953	1050
348.Bor_3MW	5141.3	301.7	0.000001	0.000069	0.000339	0.000034	0.000443	2260
349.Bor_3MW	5141.7	301.5	0.000001	0.000199	0.000342	0.000035	0.000577	1734
350.Bor_3MW	5142.1	301.4	0.000001	0.000536	0.000342	0.000038	0.000916	1092
351.Bor_3MW	5147.2	259.6	0.000041	0.000698	0.000488	0.000032	0.001260	794
352.Bor_3MW	5145.3	250.1	0.000030	0.000452	0.000514	0.000028	0.001023	977
353.Bor_3MW	5145.4	250.7	0.000032	0.000445	0.000507	0.000028	0.001011	989
354.Bor_3MW	5145.5	251.3	0.000030	0.000450	0.000499	0.000027	0.001007	993
355.Bor_3MW	5145.9	253.7	0.000028	0.000398	0.000472	0.000027	0.000925	1081
356.Bor_3MW	5146.0	254.3	0.000027	0.000329	0.000466	0.000026	0.000849	1178
357.Bor_3MW	5146.1	254.9	0.000026	0.000297	0.000465	0.000026	0.000815	1228
358.Bor_3MW	5146.2	255.5	0.000025	0.000263	0.000469	0.000026	0.000784	1275
359.Bor_3MW	5146.3	256.1	0.000024	0.000240	0.000471	0.000027	0.000763	1311
360.Bor_3MW	5146.4	256.7	0.000023	0.000248	0.000466	0.000027	0.000765	1307
361.Bor_3MW	5146.4	257.3	0.000023	0.000258	0.000477	0.000028	0.000786	1273
362.Bor_3MW	5146.5	257.9	0.000022	0.000291	0.000456	0.000028	0.000797	1254
363.Bor_3MW	5146.6	258.5	0.000021	0.000269	0.000456	0.000029	0.000775	1290
364.Bor_3MW	5146.7	259.1	0.000021	0.000247	0.000459	0.000030	0.000756	1322
365.Bor_3MW	5144.4	246.6	0.000018	0.000434	0.000567	0.000027	0.001046	956
366.Bor_3MW	5144.5	247.2	0.000017	0.000343	0.000554	0.000027	0.000940	1064
367.Bor_3MW	5144.6	247.8	0.000015	0.000291	0.000545	0.000027	0.000877	1140
368.Bor_3MW	5144.7	248.4	0.000015	0.000233	0.000527	0.000026	0.000802	1247
369.Bor_3MW	5144.8	249.0	0.000016	0.000198	0.000511	0.000026	0.000751	1332
370.Bor_3MW	5144.9	249.6	0.000015	0.000164	0.000499	0.000026	0.000705	1419
371.Bor_3MW	5145.0	250.2	0.000015	0.000142	0.000490	0.000025	0.000672	1487
372.Bor_3MW	5145.0	250.8	0.000015	0.000146	0.000483	0.000026	0.000669	1494
373.Bor_3MW	5145.1	251.4	0.000016	0.000184	0.000473	0.000026	0.000699	1431
374.Bor_3MW	5145.2	252.0	0.000015	0.000394	0.000467	0.000027	0.000903	1107
375.Bor_3MW	5145.6	254.4	0.000015	0.000446	0.000448	0.000028	0.000937	1067
376.Bor_3MW	5145.7	255.0	0.000014	0.000197	0.000445	0.000027	0.000683	1465
377.Bor_3MW	5145.8	255.6	0.000014	0.000092	0.000446	0.000026	0.000577	1732
378.Bor_3MW	5145.9	256.2	0.000013	0.000084	0.000448	0.000026	0.000572	1747
379.Bor_3MW	5146.0	256.8	0.000013	0.000084	0.000444	0.000027	0.000568	1760
380.Bor_3MW	5146.1	257.4	0.000013	0.000086	0.000442	0.000027	0.000567	1762
381.Bor_3MW	5146.2	258.0	0.000012	0.000086	0.000443	0.000027	0.000569	1759
382.Bor_3MW	5146.3	258.7	0.000012	0.000081	0.000439	0.000028	0.000560	1786
383.Bor_3MW	5144.1	247.4	0.000007	0.000286	0.000526	0.000027	0.000846	1182
384.Bor_3MW	5144.2	248.0	0.000007	0.000103	0.000517	0.000025	0.000652	1534
385.Bor_3MW	5144.3	248.6	0.000008	0.000069	0.000508	0.000025	0.000610	1640
386.Bor_3MW	5144.4	249.2	0.000007	0.000058	0.000498	0.000025	0.000588	1701
387.Bor_3MW	5144.5	249.8	0.000007	0.000048	0.000483	0.000025	0.000563	1777
388.Bor_3MW	5144.6	250.4	0.000008	0.000041	0.000472	0.000025	0.000545	1835
389.Bor_3MW	5144.7	251.0	0.000008	0.000040	0.000461	0.000025	0.000533	1875
390.Bor_3MW	5144.8	251.6	0.000008	0.000071	0.000456	0.000025	0.000559	1787
391.Bor_3MW	5144.9	252.2	0.000008	0.000154	0.000448	0.000026	0.000636	1573
392.Bor_3MW	5145.0	252.8	0.000008	0.000327	0.000442	0.000027	0.000805	1243
393.Bor_3MW	5145.4	255.8	0.000008	0.000248	0.000429	0.000028	0.000712	1404
394.Bor_3MW	5145.5	256.4	0.000007	0.000117	0.000431	0.000027	0.000583	1715
395.Bor_3MW	5145.6	257.0	0.000007	0.000055	0.000433	0.000027	0.000523	1913
396.Bor_3MW	5145.7	257.6	0.000007	0.000028	0.000429	0.000026	0.000490	2042
397.Bor_3MW	5143.8	248.2	0.000004	0.000195	0.000494	0.000026	0.000719	1390
398.Bor_3MW	5143.9	248.8	0.000003	0.000068	0.000488	0.000025	0.000583	1715
399.Bor_3MW	5144.0	249.4	0.000003	0.000021	0.000483	0.000024	0.000530	1886

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
400.Bor_3MW	5144.1	250.0	0.000004	0.000011	0.000472	0.000023	0.000511	1959
401.Bor_3MW	5144.2	250.6	0.000003	0.000010	0.000455	0.000023	0.000491	2037
402.Bor_3MW	5144.3	251.1	0.000004	0.000010	0.000449	0.000023	0.000486	2059
403.Bor_3MW	5144.4	251.7	0.000004	0.000025	0.000441	0.000025	0.000495	2019
404.Bor_3MW	5144.5	252.3	0.000004	0.000058	0.000435	0.000025	0.000522	1915
405.Bor_3MW	5144.6	252.9	0.000004	0.000129	0.000429	0.000026	0.000588	1700
406.Bor_3MW	5144.7	253.5	0.000004	0.000267	0.000425	0.000027	0.000723	1384
407.Bor_3MW	5144.8	254.1	0.000004	0.000555	0.000422	0.000029	0.001010	990
408.Bor_3MW	5145.1	256.5	0.000004	0.000328	0.000413	0.000029	0.000774	1291
409.Bor_3MW	5145.2	257.1	0.000004	0.000163	0.000419	0.000028	0.000614	1628
410.Bor_3MW	5143.5	248.3	0.000003	0.000379	0.000478	0.000027	0.000887	1128
411.Bor_3MW	5143.5	248.9	0.000002	0.000132	0.000471	0.000026	0.000631	1586
412.Bor_3MW	5143.6	249.5	0.000001	0.000044	0.000464	0.000025	0.000534	1871
413.Bor_3MW	5143.7	250.1	0.000001	0.000013	0.000459	0.000024	0.000497	2012
414.Bor_3MW	5143.8	250.7	0.000001	0.000004	0.000445	0.000023	0.000474	2112
415.Bor_3MW	5143.9	251.3	0.000002	0.000003	0.000433	0.000023	0.000461	2171
416.Bor_3MW	5144.0	251.9	0.000002	0.000007	0.000426	0.000023	0.000458	2182
417.Bor_3MW	5144.1	252.5	0.000002	0.000018	0.000422	0.000024	0.000467	2142
418.Bor_3MW	5144.2	253.1	0.000002	0.000045	0.000416	0.000026	0.000489	2047
419.Bor_3MW	5144.3	253.7	0.000002	0.000098	0.000414	0.000026	0.000541	1849
420.Bor_3MW	5144.4	254.3	0.000002	0.000231	0.000410	0.000028	0.000672	1489
421.Bor_3MW	5144.5	254.9	0.000002	0.000525	0.000407	0.000030	0.000964	1037
422.Bor_3MW	5142.9	249.8	0.000001	0.000181	0.000432	0.000027	0.000641	1561
423.Bor_3MW	5143.0	250.4	0.000000	0.000064	0.000424	0.000026	0.000515	1943
424.Bor_3MW	5143.1	251.0	0.000000	0.000019	0.000422	0.000025	0.000466	2147
425.Bor_3MW	5143.2	251.6	0.000000	0.000005	0.000417	0.000023	0.000446	2240
426.Bor_3MW	5143.3	252.2	0.000000	0.000002	0.000414	0.000023	0.000439	2279
427.Bor_3MW	5143.4	252.8	0.000000	0.000002	0.000404	0.000023	0.000429	2332
428.Bor_3MW	5143.5	253.4	0.000000	0.000004	0.000394	0.000024	0.000423	2366
429.Bor_3MW	5143.6	254.0	0.000000	0.000011	0.000392	0.000025	0.000428	2337
430.Bor_3MW	5143.6	254.6	0.000001	0.000032	0.000388	0.000026	0.000447	2238
431.Bor_3MW	5143.7	255.2	0.000001	0.000087	0.000386	0.000028	0.000501	1997
432.Bor_3MW	5143.8	255.8	0.000001	0.000211	0.000384	0.000030	0.000625	1600
433.Bor_3MW	5143.9	256.4	0.000001	0.000479	0.000382	0.000031	0.000893	1120
434.Bor_3MW	5142.5	250.0	0.000001	0.000331	0.000418	0.000029	0.000778	1286
435.Bor_3MW	5142.6	250.6	0.000000	0.000133	0.000412	0.000028	0.000573	1745
436.Bor_3MW	5142.7	251.2	0.000000	0.000046	0.000408	0.000026	0.000481	2081
437.Bor_3MW	5142.8	251.8	0.000000	0.000013	0.000405	0.000025	0.000443	2258
438.Bor_3MW	5142.9	252.4	0.000000	0.000004	0.000405	0.000024	0.000432	2312
439.Bor_3MW	5143.0	253.0	0.000000	0.000001	0.000400	0.000023	0.000425	2355
440.Bor_3MW	5143.1	253.6	0.000000	0.000001	0.000390	0.000024	0.000415	2411
441.Bor_3MW	5143.2	254.2	0.000000	0.000004	0.000382	0.000024	0.000410	2439
442.Bor_3MW	5143.3	254.8	0.000000	0.000010	0.000380	0.000025	0.000416	2405
443.Bor_3MW	5143.4	255.4	0.000000	0.000030	0.000378	0.000027	0.000434	2303
444.Bor_3MW	5143.5	256.0	0.000000	0.000082	0.000376	0.000029	0.000487	2054
445.Bor_3MW	5142.3	250.7	0.000000	0.000260	0.000403	0.000029	0.000692	1444
446.Bor_3MW	5142.3	251.3	0.000000	0.000095	0.000397	0.000028	0.000521	1920
447.Bor_3MW	5142.4	251.9	0.000000	0.000030	0.000391	0.000027	0.000448	2231
448.Bor_3MW	5142.5	252.5	0.000000	0.000009	0.000392	0.000026	0.000427	2343
449.Bor_3MW	5142.6	253.1	0.000000	0.000003	0.000394	0.000025	0.000421	2373
450.Bor_3MW	5142.7	253.7	0.000000	0.000001	0.000386	0.000024	0.000410	2437
451.Bor_3MW	5142.8	254.3	0.000000	0.000002	0.000379	0.000025	0.000405	2468
452.Bor_3MW	5142.9	254.9	0.000000	0.000004	0.000373	0.000025	0.000402	2488
453.Bor_3MW	5141.9	250.9	0.000000	0.000503	0.000398	0.000031	0.000932	1073
454.Bor_3MW	5142.0	251.5	0.000000	0.000187	0.000390	0.000030	0.000607	1648

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
455.Bor_3MW	5142.1	252.1	0.000000	0.000067	0.000385	0.000029	0.000481	2080
456.Bor_3MW	5142.2	252.7	0.000000	0.000022	0.000384	0.000028	0.000434	2302
457.Bor_3MW	5142.3	253.3	0.000000	0.000007	0.000388	0.000026	0.000421	2376
458.Bor_3MW	5142.3	253.9	0.000000	0.000002	0.000389	0.000025	0.000417	2400
459.Bor_3MW	5142.4	254.5	0.000000	0.000001	0.000381	0.000024	0.000406	2464
460.Bor_3MW	5141.6	251.6	0.000000	0.000380	0.000384	0.000033	0.000797	1255
461.Bor_3MW	5141.7	252.2	0.000000	0.000146	0.000377	0.000031	0.000555	1803
462.Bor_3MW	5141.8	252.8	0.000000	0.000049	0.000376	0.000030	0.000455	2197
463.Bor_3MW	5141.9	253.4	0.000000	0.000016	0.000375	0.000029	0.000420	2379
464.Bor_3MW	5142.0	254.0	0.000000	0.000005	0.000374	0.000027	0.000406	2464
465.Bor_3MW	5141.3	252.4	0.000000	0.000304	0.000373	0.000034	0.000711	1406
466.Bor_3MW	5141.4	253.0	0.000000	0.000103	0.000369	0.000032	0.000505	1982
467.Bor_3MW	5141.5	253.6	0.000000	0.000035	0.000368	0.000030	0.000433	2310
Totaal per jaar			0.010639	0.074661	0.182105	0.015009	0.282414	4
Dit is eens in .. jaar			94	13	5	67	4	

Tabel B1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario A (3MW)

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	0.010636	94	0.182106	5	0.192742	5
Niet-routegebonden	0.074661	13	0.015009	67	0.089670	11
Totaal	0.085297	12	0.197115	5	0.282412	4

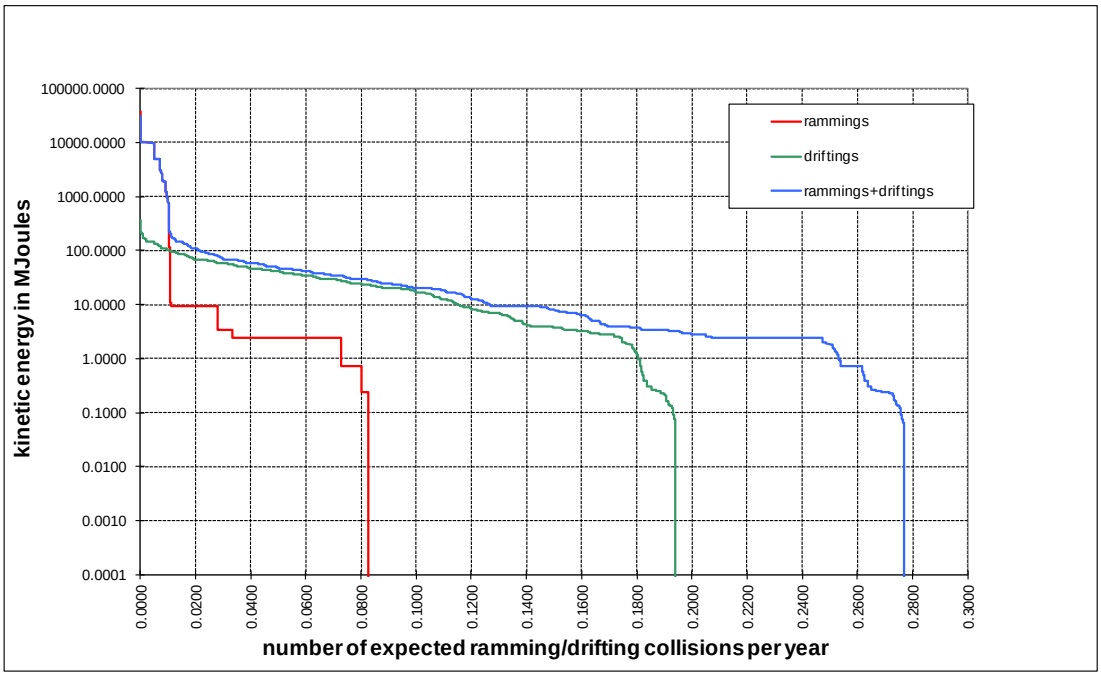
Tabel B1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000026	0.018405	0.000258	0.018689
Chemicaliëntanker	0.000034	0.033855	0.000371	0.034260
Gastanker	0.000006	0.007168	0.000095	0.007269
Container+ RoRo	0.000915	0.063403	0.008295	0.072613
Ferry	0.000008	0.001037	0.000114	0.001158
Overige R-schepen	0.000053	0.052800	0.005903	0.058756
N-schepen	0.000009	0.000002	0.089659	0.089670
Totaal	0.001050	0.176670	0.104695	0.282415

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel B1-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario A (3MW)

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	0.007432	0.000000	0.066900	0.009243	0.015006	0.009243	0.089338	0.098581	10
Scheef	0.000000	0.000001	0.000014	0.000095	0.064427	0.000002	0.064441	0.000099	0.064539	15
Omvallen	0.000958	0.000031	0.008626	0.000193	0.108435	0.000001	0.118018	0.000225	0.118243	8
GosMos[1]	0.000106	0.000003	0.000936	0.000013	0.000000	0.000000	0.001042	0.000016	0.001058	945
Totaal	0.001064	0.007467	0.009575	0.067202	0.182105	0.015009	0.192744	0.089677	0.282422	4



Figuur B1-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel B1-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario A (3MW)

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%	4.5%	4.5%	0.6%	5.3%	5.9%	0.6%	9.8%	10.3%
1-3	0.0%	13.9%	13.9%	6.1%	0.0%	6.1%	6.1%	13.9%	20.1%
3-5	0.0%	1.8%	1.8%	8.8%	0.0%	8.8%	8.8%	1.8%	10.6%
5-10	0.0%	5.9%	5.9%	8.3%	0.0%	8.3%	8.3%	5.9%	14.2%
10-15	0.0%	0.1%	0.1%	3.2%	0.0%	3.2%	3.2%	0.1%	3.4%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	24.0%	0.0%	24.0%	24.0%	0.0%	24.0%
50-100	0.0%	0.0%	0.1%	9.6%	0.0%	9.6%	9.7%	0.0%	9.7%
100-200	0.1%	0.1%	0.1%	3.6%	0.0%	3.6%	3.7%	0.1%	3.7%
>200	3.7%	0.0%	3.7%	0.3%	0.0%	0.3%	4.0%	0.0%	4.0%
Totaal	3.8%	26.4%	30.2%	64.5%	5.3%	69.8%	68.2%	31.8%	100.0%

Tabel B1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario A (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000017	57444	0.000
20-150	0.002503	399	0.224
150-750	0.004202	238	1.626
750-3000	0.002510	398	3.549
3000-10000	0.000260	3850	0.957
Totaal	0.009492	105	6.356

Tabel B1-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario A (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000260	3847	0.127
750-3000	0.000394	2540	0.907
3000-10000	0.002007	498	12.062
10000-30000	0.000346	2886	5.391
30000-100000	0.000009	116611	0.270
Totaal	0.003015	332	18.757

Tabel B1-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele scenario A (3MW)	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
	0.009492	105	6.356	0.003015	332	18.757	80

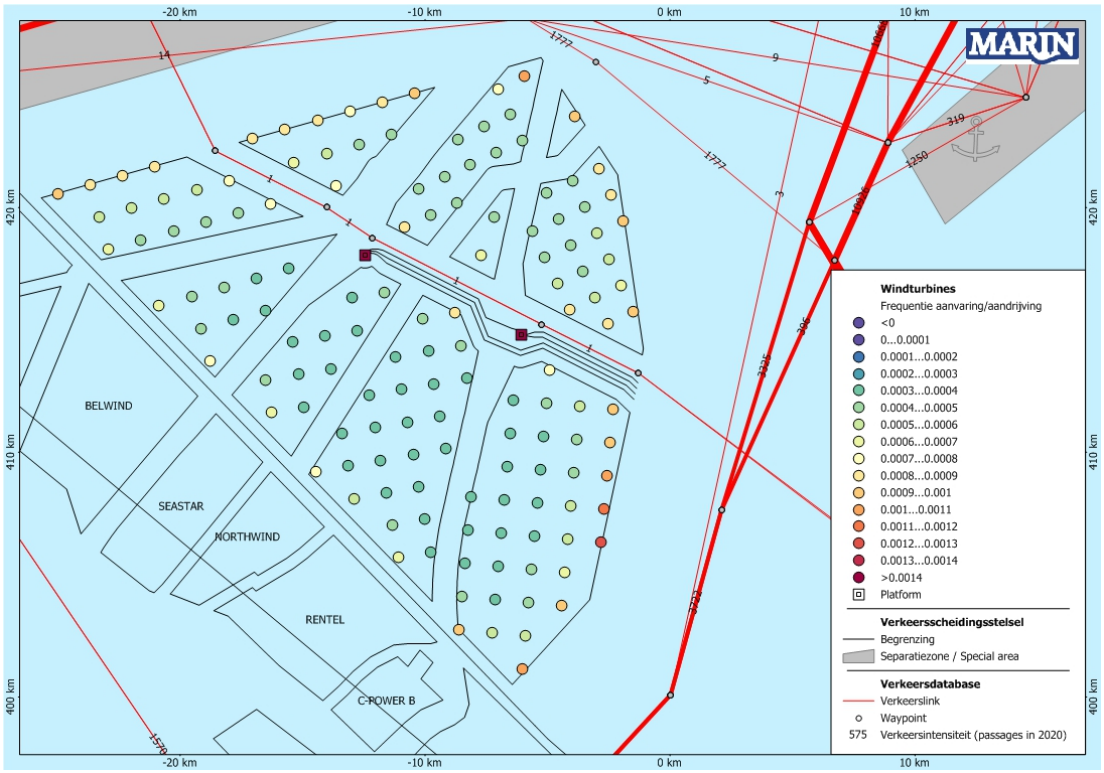
Tabel B1-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000394
Hoog ecologisch risico	0.000078
Gemiddeld ecologisch risico	0.000200
Gering ecologisch risico	0.000786
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000904
Totaal	0.002363
Eens in de … jaar	423

Tabel B1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000003	0.000024	38124	0.91	0.000024	-
Chemicaliëntanker	0.000004	0.000030	29727	1.13	0.000038	-
Gastanker	0.000001	0.000005	162602	0.85	0.000005	-
Container + RoRo	0.000092	0.000824	1092	1.61	0.001474	25240
Ferry	0.000001	0.000007	133333	47.43	0.000356	133333
Overige R-schepen	0.000006	0.000047	18943	1.03	0.000054	-
N-schepen	0.000002	0.000007	115340	0.18	0.000002	-
Totaal	0.000108	0.000942	952	1.86	0.001952	21222

Appendix B2: Resultaten 10MW-variant



Figuur B2-1 Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario A (10MW)

Tabel B2-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario A (10MW)

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_10MW	5144.2	259.2	0.000001	0.000451	0.000376	0.000028	0.000855	1170
001.Bor_10MW	5144.5	300.1	0.000001	0.000097	0.000375	0.000024	0.000496	2015
002.Bor_10MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000023	0.000387	0.000021	0.000432	2312
003.Bor_10MW	5143.6	301.9	0.000001	0.000249	0.000358	0.000028	0.000635	1575
004.Bor_10MW	5144.8	301.0	0.000001	0.000015	0.000378	0.000022	0.000416	2403
005.Bor_10MW	5145.3	300.5	0.000002	0.000003	0.000392	0.000019	0.000416	2406
006.Bor_10MW	5144.5	302.3	0.000001	0.000011	0.000379	0.000023	0.000414	2416
007.Bor_10MW	5145.6	301.4	0.000002	0.000001	0.000403	0.000020	0.000426	2347
008.Bor_10MW	5146.2	301.0	0.000005	0.000007	0.000420	0.000021	0.000452	2211
009.Bor_10MW	5142.5	305.1	0.000012	0.000402	0.000378	0.000030	0.000822	1216
010.Bor_10MW	5143.1	304.6	0.000006	0.000119	0.000372	0.000028	0.000526	1903
011.Bor_10MW	5143.6	304.2	0.000004	0.000033	0.000373	0.000025	0.000435	2299
012.Bor_10MW	5144.2	303.7	0.000003	0.000009	0.000386	0.000023	0.000420	2379
013.Bor_10MW	5145.9	302.3	0.000003	0.000002	0.000407	0.000020	0.000432	2315
014.Bor_10MW	5146.5	301.9	0.000007	0.000014	0.000425	0.000022	0.000467	2140
015.Bor_10MW	5142.2	306.5	0.000042	0.000394	0.000392	0.000031	0.000859	1164
016.Bor_10MW	5142.8	306.0	0.000023	0.000092	0.000391	0.000028	0.000534	1872
017.Bor_10MW	5143.4	305.5	0.000013	0.000023	0.000389	0.000026	0.000450	2223
018.Bor_10MW	5143.9	305.1	0.000007	0.000008	0.000387	0.000024	0.000426	2347
019.Bor_10MW	5144.5	304.6	0.000004	0.000006	0.000394	0.000023	0.000428	2334
020.Bor_10MW	5145.1	304.1	0.000003	0.000006	0.000396	0.000022	0.000428	2335

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
021.Bor_10MW	5146.2	303.2	0.000005	0.000009	0.000416	0.000022	0.000452	2211
022.Bor_10MW	5146.8	302.8	0.000010	0.000030	0.000437	0.000022	0.000500	2001
023.Bor_10MW	5147.3	302.3	0.000046	0.000217	0.000468	0.000025	0.000756	1322
024.Bor_10MW	5142.5	307.4	0.000086	0.000394	0.000419	0.000031	0.000930	1075
025.Bor_10MW	5143.1	306.9	0.000047	0.000201	0.000420	0.000029	0.000697	1435
026.Bor_10MW	5143.6	306.5	0.000025	0.000108	0.000430	0.000028	0.000590	1696
027.Bor_10MW	5144.2	306.0	0.000013	0.000057	0.000405	0.000026	0.000502	1994
028.Bor_10MW	5144.8	305.5	0.000008	0.000053	0.000401	0.000026	0.000487	2052
029.Bor_10MW	5145.3	305.1	0.000006	0.000052	0.000412	0.000025	0.000495	2019
030.Bor_10MW	5147.6	303.2	0.000130	0.000364	0.000502	0.000026	0.001021	979
031.Bor_10MW	5144.5	306.9	0.000025	0.000456	0.000427	0.000042	0.000950	1053
032.Bor_10MW	5145.1	306.5	0.000015	0.000387	0.000426	0.000029	0.000857	1166
033.Bor_10MW	5145.6	306.0	0.000012	0.000371	0.000430	0.000028	0.000842	1188
034.Bor_10MW	5146.8	305.1	0.000031	0.000381	0.000473	0.000036	0.000922	1085
035.Bor_10MW	5135.4	301.6	0.000007	0.000504	0.000338	0.000063	0.000913	1096
036.Bor_10MW	5136.1	301.6	0.000005	0.000068	0.000328	0.000027	0.000429	2332
037.Bor_10MW	5136.9	301.7	0.000003	0.000008	0.000319	0.000024	0.000355	2817
038.Bor_10MW	5137.6	301.8	0.000003	0.000001	0.000323	0.000022	0.000349	2865
039.Bor_10MW	5138.3	301.9	0.000002	0.000000	0.000328	0.000021	0.000352	2845
040.Bor_10MW	5135.3	302.8	0.000018	0.000139	0.000345	0.000030	0.000532	1881
041.Bor_10MW	5136.1	302.8	0.000013	0.000015	0.000338	0.000026	0.000392	2549
042.Bor_10MW	5136.8	302.9	0.000009	0.000002	0.000326	0.000023	0.000360	2775
043.Bor_10MW	5137.5	302.9	0.000007	0.000000	0.000341	0.000022	0.000370	2700
044.Bor_10MW	5138.3	303.0	0.000005	0.000000	0.000334	0.000021	0.000361	2770
045.Bor_10MW	5139.0	303.1	0.000005	0.000000	0.000354	0.000021	0.000380	2635
046.Bor_10MW	5139.7	303.2	0.000004	0.000001	0.000335	0.000023	0.000363	2755
047.Bor_10MW	5140.5	303.2	0.000004	0.000015	0.000341	0.000025	0.000384	2601
048.Bor_10MW	5134.6	303.8	0.000107	0.000501	0.000394	0.000063	0.001065	939
049.Bor_10MW	5135.3	303.9	0.000052	0.000141	0.000369	0.000030	0.000592	1690
050.Bor_10MW	5136.0	304.0	0.000036	0.000047	0.000355	0.000028	0.000466	2145
051.Bor_10MW	5136.8	304.1	0.000027	0.000016	0.000347	0.000026	0.000416	2403
052.Bor_10MW	5137.5	304.1	0.000021	0.000005	0.000345	0.000025	0.000395	2529
053.Bor_10MW	5138.2	304.2	0.000016	0.000003	0.000349	0.000024	0.000392	2554
054.Bor_10MW	5139.0	304.3	0.000013	0.000003	0.000355	0.000024	0.000395	2531
055.Bor_10MW	5139.7	304.3	0.000011	0.000005	0.000349	0.000024	0.000389	2568
056.Bor_10MW	5140.4	304.4	0.000011	0.000046	0.000344	0.000027	0.000427	2342
057.Bor_10MW	5141.2	304.5	0.000010	0.000387	0.000361	0.000030	0.000789	1268
058.Bor_10MW	5136.0	305.2	0.000111	0.000399	0.000381	0.000032	0.000924	1083
059.Bor_10MW	5136.7	305.2	0.000083	0.000141	0.000379	0.000030	0.000633	1581
060.Bor_10MW	5137.5	305.3	0.000073	0.000047	0.000368	0.000028	0.000515	1940
061.Bor_10MW	5138.2	305.4	0.000057	0.000037	0.000382	0.000028	0.000504	1986
062.Bor_10MW	5138.9	305.5	0.000046	0.000036	0.000355	0.000027	0.000464	2153
063.Bor_10MW	5139.7	305.5	0.000038	0.000036	0.000358	0.000027	0.000459	2177
064.Bor_10MW	5140.4	305.6	0.000035	0.000142	0.000368	0.000029	0.000575	1741
065.Bor_10MW	5137.4	306.5	0.000367	0.000430	0.000409	0.000054	0.001261	793
066.Bor_10MW	5138.1	306.5	0.000310	0.000403	0.000406	0.000033	0.001152	868
067.Bor_10MW	5138.9	306.6	0.000226	0.000387	0.000383	0.000033	0.001029	972
068.Bor_10MW	5139.6	306.7	0.000163	0.000377	0.000384	0.000033	0.000957	1045
069.Bor_10MW	5140.4	306.8	0.000125	0.000377	0.000402	0.000032	0.000936	1068
070.Bor_10MW	5140.0	254.7	0.000000	0.000247	0.000329	0.000031	0.000607	1648
071.Bor_10MW	5140.7	254.4	0.000000	0.000062	0.000343	0.000026	0.000431	2319
072.Bor_10MW	5138.8	256.3	0.000000	0.000433	0.000316	0.000033	0.000782	1279
073.Bor_10MW	5140.2	255.8	0.000000	0.000032	0.000330	0.000026	0.000388	2578
074.Bor_10MW	5140.9	255.6	0.000000	0.000006	0.000335	0.000023	0.000365	2742
075.Bor_10MW	5141.6	255.3	0.000000	0.000001	0.000352	0.000020	0.000374	2674

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
076.Bor_10MW	5138.2	257.7	0.000000	0.000186	0.000318	0.000028	0.000532	1879
077.Bor_10MW	5138.9	257.4	0.000000	0.000052	0.000318	0.000027	0.000396	2524
078.Bor_10MW	5139.6	257.2	0.000000	0.000014	0.000320	0.000025	0.000359	2789
079.Bor_10MW	5141.0	256.7	0.000000	0.000001	0.000339	0.000021	0.000361	2768
080.Bor_10MW	5141.8	256.5	0.000000	0.000001	0.000348	0.000020	0.000369	2714
081.Bor_10MW	5136.9	259.3	0.000001	0.000282	0.000317	0.000028	0.000628	1592
082.Bor_10MW	5137.6	259.1	0.000001	0.000078	0.000312	0.000026	0.000417	2397
083.Bor_10MW	5138.4	258.8	0.000000	0.000022	0.000313	0.000025	0.000361	2769
084.Bor_10MW	5139.1	258.6	0.000000	0.000006	0.000331	0.000024	0.000361	2768
085.Bor_10MW	5139.8	258.3	0.000000	0.000001	0.000320	0.000022	0.000343	2914
086.Bor_10MW	5140.5	258.1	0.000000	0.000000	0.000330	0.000020	0.000351	2849
087.Bor_10MW	5141.9	257.6	0.000000	0.000003	0.000332	0.000022	0.000357	2798
088.Bor_10MW	5142.6	257.4	0.000000	0.000022	0.000343	0.000022	0.000388	2578
089.Bor_10MW	5137.1	300.5	0.000001	0.000038	0.000318	0.000025	0.000382	2620
090.Bor_10MW	5137.8	300.2	0.000001	0.000008	0.000311	0.000022	0.000342	2924
091.Bor_10MW	5138.5	300.0	0.000001	0.000002	0.000325	0.000021	0.000349	2868
092.Bor_10MW	5139.2	259.8	0.000000	0.000001	0.000326	0.000020	0.000347	2883
093.Bor_10MW	5139.9	259.5	0.000000	0.000000	0.000343	0.000019	0.000363	2755
094.Bor_10MW	5140.6	259.2	0.000000	0.000000	0.000341	0.000020	0.000361	2772
095.Bor_10MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000002	0.000326	0.000021	0.000350	2855
096.Bor_10MW	5142.8	258.5	0.000000	0.000127	0.000345	0.000025	0.000497	2011
097.Bor_10MW	5139.4	300.9	0.000001	0.000000	0.000330	0.000019	0.000350	2858
098.Bor_10MW	5140.1	300.7	0.000001	0.000000	0.000347	0.000019	0.000367	2725
099.Bor_10MW	5140.8	300.4	0.000001	0.000001	0.000326	0.000021	0.000348	2871
100.Bor_10MW	5141.5	300.1	0.000000	0.000012	0.000331	0.000023	0.000366	2734
101.Bor_10MW	5142.2	259.9	0.000000	0.000104	0.000331	0.000026	0.000462	2164
102.Bor_10MW	5140.9	301.6	0.000001	0.000008	0.000332	0.000023	0.000365	2742
103.Bor_10MW	5141.6	301.3	0.000001	0.000077	0.000331	0.000026	0.000435	2301
104.Bor_10MW	5142.4	301.0	0.000000	0.000481	0.000335	0.000030	0.000846	1182
105.Bor_10MW	5144.7	246.8	0.000023	0.000316	0.000565	0.000037	0.000940	1063
106.Bor_10MW	5144.9	247.9	0.000025	0.000301	0.000538	0.000036	0.000900	1111
107.Bor_10MW	5145.1	249.1	0.000026	0.000301	0.000514	0.000036	0.000877	1140
108.Bor_10MW	5145.4	250.2	0.000026	0.000328	0.000499	0.000037	0.000890	1123
109.Bor_10MW	5146.0	253.6	0.000031	0.000310	0.000466	0.000038	0.000844	1184
110.Bor_10MW	5146.3	254.8	0.000031	0.000302	0.000466	0.000037	0.000837	1195
111.Bor_10MW	5146.5	255.9	0.000032	0.000284	0.000469	0.000036	0.000821	1218
112.Bor_10MW	5146.7	257.1	0.000032	0.000272	0.000463	0.000022	0.000789	1268
113.Bor_10MW	5146.9	258.3	0.000032	0.000350	0.000463	0.000023	0.000869	1151
114.Bor_10MW	5147.2	259.4	0.000034	0.000384	0.000473	0.000024	0.000915	1092
115.Bor_10MW	5144.2	248.3	0.000005	0.000079	0.000496	0.000019	0.000599	1670
116.Bor_10MW	5144.4	249.4	0.000006	0.000022	0.000477	0.000018	0.000524	1910
117.Bor_10MW	5144.7	250.6	0.000007	0.000030	0.000458	0.000019	0.000513	1948
118.Bor_10MW	5144.9	251.7	0.000008	0.000096	0.000444	0.000020	0.000567	1763
119.Bor_10MW	5145.1	252.9	0.000009	0.000279	0.000437	0.000021	0.000745	1342
120.Bor_10MW	5145.6	255.2	0.000009	0.000213	0.000426	0.000021	0.000670	1493
121.Bor_10MW	5145.8	256.3	0.000010	0.000043	0.000430	0.000020	0.000502	1993
122.Bor_10MW	5146.0	257.5	0.000010	0.000028	0.000428	0.000020	0.000486	2059
123.Bor_10MW	5146.2	258.6	0.000010	0.000032	0.000428	0.000021	0.000490	2040
124.Bor_10MW	5143.5	248.7	0.000002	0.000216	0.000458	0.000021	0.000697	1435
125.Bor_10MW	5143.7	249.9	0.000001	0.000029	0.000449	0.000019	0.000498	2009
126.Bor_10MW	5143.9	251.0	0.000001	0.000003	0.000429	0.000017	0.000451	2217
127.Bor_10MW	5144.2	252.1	0.000002	0.000010	0.000418	0.000018	0.000448	2231
128.Bor_10MW	5144.4	253.3	0.000002	0.000054	0.000410	0.000020	0.000485	2060
129.Bor_10MW	5144.6	254.4	0.000003	0.000291	0.000404	0.000023	0.000721	1388
130.Bor_10MW	5145.1	256.7	0.000003	0.000277	0.000399	0.000024	0.000703	1422

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
131.Bor_10MW	5142.3	250.6	0.000000	0.000254	0.000395	0.000023	0.000672	1489
132.Bor_10MW	5142.5	251.7	0.000000	0.000033	0.000387	0.000021	0.000441	2269
133.Bor_10MW	5142.8	252.9	0.000000	0.000003	0.000386	0.000018	0.000407	2458
134.Bor_10MW	5143.0	254.0	0.000000	0.000001	0.000372	0.000019	0.000392	2552
135.Bor_10MW	5143.2	255.1	0.000000	0.000009	0.000366	0.000020	0.000395	2533
136.Bor_10MW	5141.8	252.1	0.000000	0.000105	0.000370	0.000023	0.000498	2007
137.Bor_10MW	5142.1	253.2	0.000000	0.000009	0.000368	0.000019	0.000397	2520
138.Bor_10MW	5142.3	254.4	0.000000	0.000001	0.000376	0.000020	0.000396	2524
139.Bor_10MW	5141.1	252.4	0.000000	0.000371	0.000361	0.000028	0.000760	1315
Totaal per jaar			0.003019	0.017710	0.053550	0.003606	0.077885	13
Dit is eens in .. jaar			331	56	19	277	13	

Tabel B2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario A (10MW)

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	0.003014	332	0.053552	19	0.056566	18
Niet-routegebonden	0.017710	56	0.003607	277	0.021317	47
Totaal	0.020724	48	0.057159	17	0.077883	13

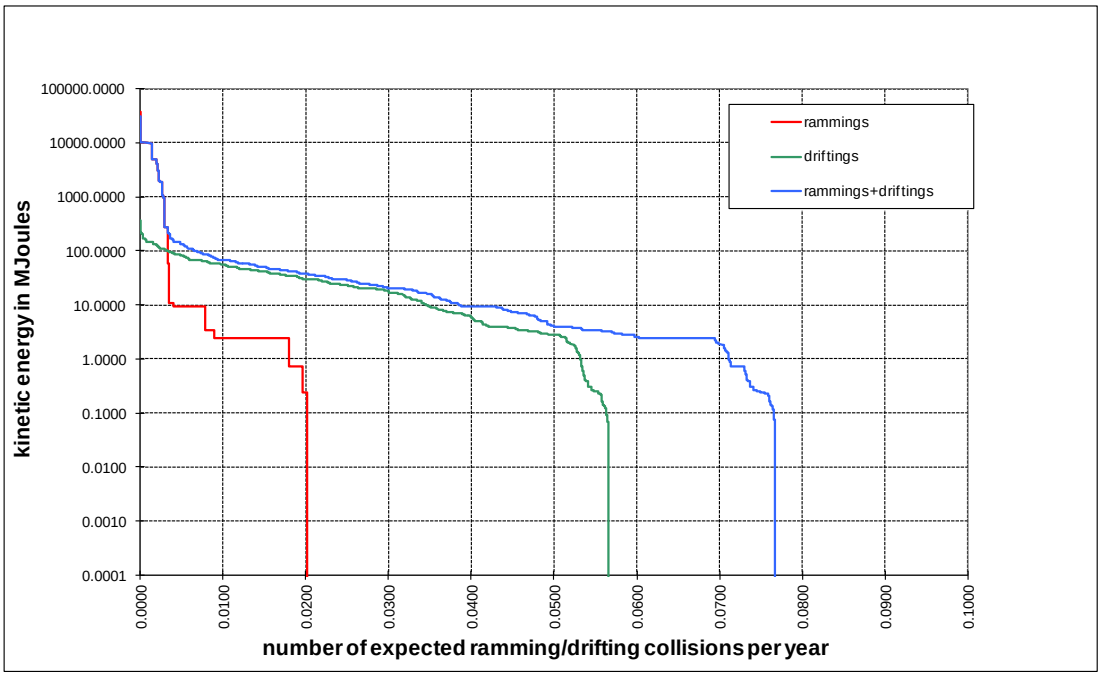
Tabel B2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000008	0.005548	0.000081	0.005637
Chemicaliëntanker	0.000009	0.009930	0.000099	0.010038
Gastanker	0.000001	0.002053	0.000023	0.002077
Container+ RoRo	0.000260	0.019033	0.002356	0.021649
Ferry	0.000002	0.000312	0.000031	0.000345
Overige R-schepen	0.000015	0.015259	0.001549	0.016823
N-schepen	0.000003	0.000002	0.021311	0.021316
alle	0.000300	0.052137	0.025448	0.077885

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel B2-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario A (10MW)

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	0.001720	0.000000	0.015483	0.002469	0.003601	0.002469	0.020804	0.023273	43
Scheef	0.000000	0.000000	0.000003	0.000122	0.018482	0.000002	0.018485	0.000124	0.018608	54
Omvallen	0.000272	0.000050	0.002448	0.000333	0.032599	0.000004	0.035319	0.000386	0.035705	28
GosMos[1]	0.000030	0.000004	0.000266	0.000031	0.000000	0.000000	0.000297	0.000036	0.000332	3009
Totaal	0.000302	0.001774	0.002717	0.015968	0.053550	0.003607	0.056569	0.021350	0.077919	13



Figuur B2-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel B2-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario A (10MW)

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%	3.5%	3.5%	0.5%	4.6%	5.2%	0.5%	8.1%	8.7%
1-3	0.0%	11.6%	11.6%	6.2%	0.0%	6.2%	6.2%	11.6%	17.8%
3-5	0.0%	1.4%	1.4%	9.0%	0.0%	9.0%	9.0%	1.4%	10.5%
5-10	0.0%	4.9%	4.9%	8.7%	0.0%	8.7%	8.7%	4.9%	13.6%
10-15	0.0%	0.6%	0.6%	3.5%	0.0%	3.5%	3.5%	0.6%	4.1%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	26.0%	0.0%	26.0%	26.0%	0.0%	26.0%
50-100	0.0%	0.2%	0.2%	10.6%	0.0%	10.6%	10.6%	0.2%	10.7%
100-200	0.1%	0.1%	0.1%	4.0%	0.0%	4.0%	4.1%	0.1%	4.1%
>200	3.8%	0.4%	4.2%	0.3%	0.0%	0.3%	4.1%	0.4%	4.5%
Totaal	3.9%	22.7%	26.6%	68.8%	4.6%	73.4%	72.6%	27.4%	100.0%

Tabel B2-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario A (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000005	208171	0.000
20-150	0.000720	1390	0.064
150-750	0.001242	805	0.484
750-3000	0.000758	1320	1.075
3000-10000	0.000080	12489	0.295
Totaal	0.002804	357	1.918

Tabel B2-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario A (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000075	13302	0.037
750-3000	0.000118	8505	0.271
3000-10000	0.000606	1649	3.648
10000-30000	0.000106	9438	1.649
30000-100000	0.000003	380984	0.083
Totaal	0.000908	1102	5.687

Tabel B2-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele scenario A (10MW)	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
	0.002804	357	1.918	0.000908	1102	5.687	269

Tabel B2-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000115
Hoog ecologisch risico	0.000022
Gemiddeld ecologisch risico	0.000059
Gering ecologisch risico	0.000227
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000261
Totaal	0.000685
Eens in de … jaar	1459

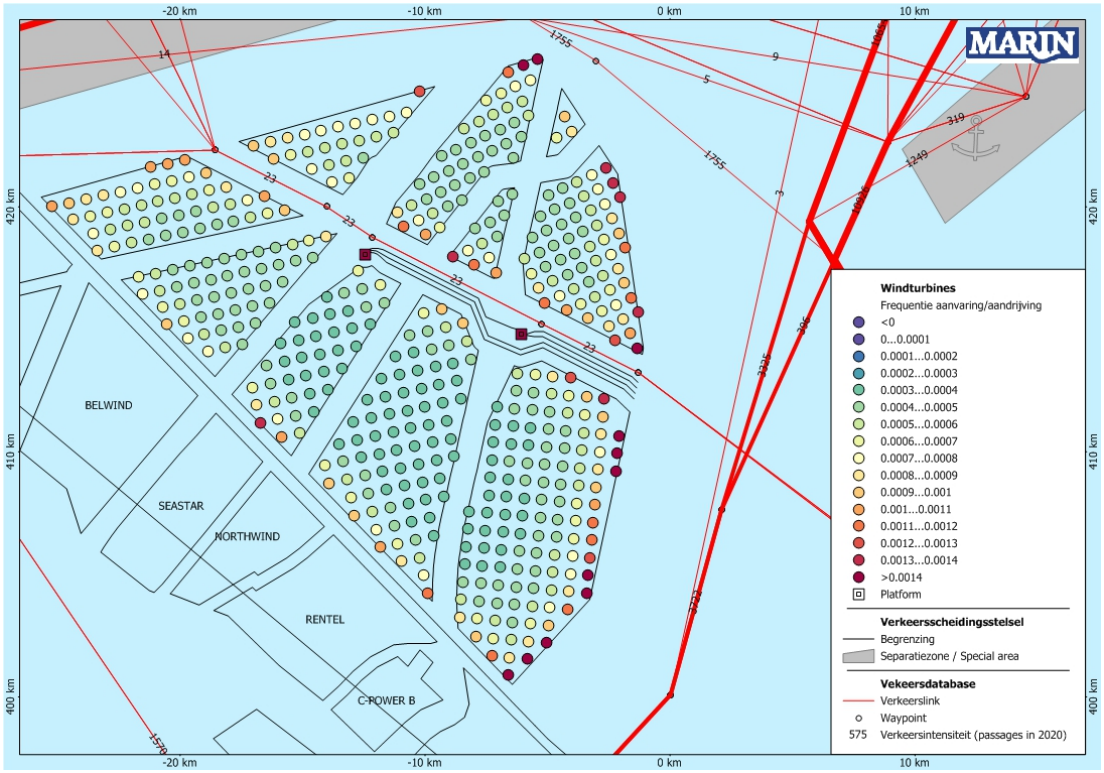
Tabel B2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000001	0.000007	121139	1.59	0.000013	-
Chemicaliëntanker	0.000001	0.000008	108755	1.56	0.000014	-
Gastanker	0.000000	0.000001	714286	0.99	0.000001	-
Container + RoRo	0.000026	0.000234	3845	2.47	0.000642	59330
Ferry	0.000000	0.000002	454545	83.05	0.000183	454545
Overige R-schepen	0.000002	0.000013	65963	1.56	0.000024	-
N-schepen	0.000001	0.000002	312012	0.36	0.000001	-
Totaal	0.000031	0.000268	3339	2.93	0.000878	52480

APPENDIX C RESULTATEN VERKEERSSCENARIO B

Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief een corridor voor schepen tot 45 meter

Appendix C1: Resultaten 3MW-variant



Figuur C1-1 ***Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario B (3MW)***

Tabel C1-1 ***Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario B (3MW)***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_3MW	5144.2	259.2	0.000001	0.000754	0.000388	0.000037	0.001179	848
001.Bor_3MW	5144.5	258.9	0.000001	0.000389	0.000395	0.000033	0.000819	1222
002.Bor_3MW	5144.1	259.9	0.000001	0.000609	0.000383	0.000036	0.001029	972
003.Bor_3MW	5144.4	259.6	0.000001	0.000301	0.000390	0.000034	0.000725	1379
004.Bor_3MW	5144.7	259.4	0.000001	0.000149	0.000392	0.000031	0.000574	1741
005.Bor_3MW	5143.6	300.9	0.000001	0.000935	0.000373	0.000039	0.001349	742
006.Bor_3MW	5144.2	300.4	0.000001	0.000237	0.000379	0.000034	0.000651	1535
007.Bor_3MW	5144.5	300.2	0.000001	0.000120	0.000387	0.000032	0.000540	1851
008.Bor_3MW	5144.8	259.9	0.000001	0.000056	0.000392	0.000030	0.000479	2087
009.Bor_3MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000027	0.000400	0.000028	0.000456	2191
010.Bor_3MW	5143.4	301.7	0.000001	0.000758	0.000380	0.000039	0.001178	849
011.Bor_3MW	5143.7	301.4	0.000001	0.000387	0.000369	0.000036	0.000793	1262
012.Bor_3MW	5144.7	300.7	0.000001	0.000044	0.000386	0.000030	0.000461	2171
013.Bor_3MW	5145.0	300.4	0.000001	0.000021	0.000396	0.000029	0.000448	2234
014.Bor_3MW	5145.3	300.1	0.000002	0.000010	0.000405	0.000027	0.000445	2249

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
015.Bor_3MW	5143.3	302.5	0.000001	0.000631	0.000393	0.000039	0.001064	940
016.Bor_3MW	5143.6	302.2	0.000001	0.000316	0.000369	0.000036	0.000722	1385
017.Bor_3MW	5143.9	301.9	0.000001	0.000153	0.000371	0.000034	0.000558	1793
018.Bor_3MW	5144.2	301.7	0.000001	0.000072	0.000380	0.000032	0.000484	2066
019.Bor_3MW	5144.8	301.1	0.000001	0.000016	0.000396	0.000029	0.000443	2258
020.Bor_3MW	5145.2	300.9	0.000002	0.000008	0.000398	0.000028	0.000435	2299
021.Bor_3MW	5145.5	300.7	0.000003	0.000004	0.000406	0.000027	0.000439	2279
022.Bor_3MW	5145.8	300.4	0.000004	0.000005	0.000415	0.000027	0.000452	2215
023.Bor_3MW	5144.1	302.5	0.000001	0.000055	0.000379	0.000032	0.000466	2145
024.Bor_3MW	5144.4	302.2	0.000001	0.000025	0.000387	0.000030	0.000444	2252
025.Bor_3MW	5145.3	301.4	0.000002	0.000003	0.000403	0.000028	0.000435	2298
026.Bor_3MW	5145.6	301.1	0.000003	0.000002	0.000412	0.000027	0.000444	2255
027.Bor_3MW	5145.9	300.9	0.000005	0.000007	0.000421	0.000027	0.000459	2177
028.Bor_3MW	5142.6	304.2	0.000007	0.000738	0.000403	0.000040	0.001188	841
029.Bor_3MW	5143.0	304.0	0.000005	0.000404	0.000378	0.000038	0.000824	1214
030.Bor_3MW	5143.3	303.7	0.000003	0.000203	0.000379	0.000035	0.000621	1611
031.Bor_3MW	5143.6	303.5	0.000003	0.000097	0.000377	0.000034	0.000511	1957
032.Bor_3MW	5144.5	302.7	0.000002	0.000009	0.000389	0.000029	0.000429	2332
033.Bor_3MW	5144.8	302.5	0.000002	0.000004	0.000391	0.000028	0.000425	2352
034.Bor_3MW	5145.5	301.9	0.000002	0.000001	0.000409	0.000026	0.000438	2282
035.Bor_3MW	5145.8	301.7	0.000003	0.000002	0.000418	0.000027	0.000450	2220
036.Bor_3MW	5146.1	301.4	0.000005	0.000008	0.000424	0.000027	0.000464	2156
037.Bor_3MW	5146.4	301.1	0.000008	0.000025	0.000439	0.000028	0.000501	1996
038.Bor_3MW	5142.5	305.0	0.000014	0.000584	0.000392	0.000040	0.001029	972
039.Bor_3MW	5142.8	304.7	0.000010	0.000313	0.000381	0.000038	0.000741	1349
040.Bor_3MW	5143.1	304.5	0.000007	0.000154	0.000382	0.000036	0.000578	1731
041.Bor_3MW	5143.4	304.2	0.000005	0.000074	0.000386	0.000034	0.000499	2004
042.Bor_3MW	5143.7	304.0	0.000004	0.000031	0.000385	0.000032	0.000452	2215
043.Bor_3MW	5144.1	303.7	0.000004	0.000014	0.000395	0.000030	0.000442	2262
044.Bor_3MW	5145.0	302.9	0.000002	0.000002	0.000398	0.000027	0.000429	2332
045.Bor_3MW	5145.9	302.2	0.000004	0.000003	0.000419	0.000027	0.000453	2207
046.Bor_3MW	5146.3	301.9	0.000006	0.000009	0.000429	0.000028	0.000471	2121
047.Bor_3MW	5146.6	301.7	0.000010	0.000029	0.000443	0.000028	0.000510	1961
048.Bor_3MW	5142.3	305.8	0.000027	0.000472	0.000398	0.000040	0.000937	1068
049.Bor_3MW	5142.6	305.5	0.000020	0.000237	0.000400	0.000038	0.000694	1440
050.Bor_3MW	5143.0	305.2	0.000015	0.000119	0.000392	0.000036	0.000561	1783
051.Bor_3MW	5143.3	305.0	0.000010	0.000058	0.000394	0.000033	0.000495	2019
052.Bor_3MW	5143.6	304.7	0.000007	0.000023	0.000396	0.000032	0.000457	2186
053.Bor_3MW	5143.9	304.5	0.000006	0.000010	0.000390	0.000031	0.000436	2292
054.Bor_3MW	5144.2	304.2	0.000004	0.000005	0.000406	0.000029	0.000444	2251
055.Bor_3MW	5144.5	304.0	0.000003	0.000002	0.000401	0.000028	0.000435	2300
056.Bor_3MW	5145.8	302.9	0.000003	0.000004	0.000416	0.000028	0.000451	2216
057.Bor_3MW	5146.1	302.7	0.000005	0.000004	0.000424	0.000027	0.000460	2173
058.Bor_3MW	5146.4	302.4	0.000007	0.000011	0.000435	0.000028	0.000480	2083
059.Bor_3MW	5146.7	302.2	0.000011	0.000033	0.000449	0.000029	0.000523	1913
060.Bor_3MW	5147.1	301.9	0.000021	0.000116	0.000465	0.000030	0.000633	1581
061.Bor_3MW	5141.9	306.8	0.000082	0.000728	0.000422	0.000042	0.001274	785
062.Bor_3MW	5142.2	306.5	0.000053	0.000389	0.000406	0.000040	0.000887	1127
063.Bor_3MW	5142.5	306.2	0.000042	0.000191	0.000405	0.000038	0.000675	1481
064.Bor_3MW	5142.8	306.0	0.000031	0.000094	0.000407	0.000036	0.000568	1762
065.Bor_3MW	5143.1	305.8	0.000021	0.000041	0.000403	0.000033	0.000499	2005
066.Bor_3MW	5143.4	305.5	0.000016	0.000019	0.000414	0.000032	0.000481	2081
067.Bor_3MW	5143.7	305.2	0.000011	0.000013	0.000405	0.000031	0.000460	2174
068.Bor_3MW	5144.1	305.0	0.000008	0.000010	0.000403	0.000031	0.000451	2215
069.Bor_3MW	5144.4	304.7	0.000006	0.000008	0.000407	0.000030	0.000450	2222

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
070.Bor_3MW	5144.7	304.4	0.000005	0.000007	0.000411	0.000030	0.000452	2212
071.Bor_3MW	5145.0	304.2	0.000004	0.000008	0.000409	0.000030	0.000450	2222
072.Bor_3MW	5146.3	303.2	0.000006	0.000013	0.000430	0.000028	0.000478	2093
073.Bor_3MW	5146.6	302.9	0.000009	0.000014	0.000442	0.000028	0.000492	2032
074.Bor_3MW	5146.9	302.7	0.000014	0.000040	0.000457	0.000029	0.000539	1854
075.Bor_3MW	5147.2	302.4	0.000029	0.000139	0.000473	0.000030	0.000671	1490
076.Bor_3MW	5141.7	307.5	0.000180	0.000856	0.000435	0.000061	0.001532	653
077.Bor_3MW	5142.0	307.3	0.000126	0.000459	0.000429	0.000041	0.001055	948
078.Bor_3MW	5142.3	307.0	0.000082	0.000281	0.000418	0.000040	0.000821	1219
079.Bor_3MW	5142.6	306.8	0.000059	0.000194	0.000424	0.000038	0.000716	1397
080.Bor_3MW	5143.0	306.5	0.000046	0.000139	0.000419	0.000036	0.000640	1561
081.Bor_3MW	5143.3	306.2	0.000032	0.000101	0.000414	0.000035	0.000581	1720
082.Bor_3MW	5143.6	306.0	0.000021	0.000072	0.000418	0.000034	0.000544	1838
083.Bor_3MW	5143.9	305.8	0.000015	0.000049	0.000411	0.000033	0.000508	1967
084.Bor_3MW	5144.2	305.5	0.000011	0.000034	0.000415	0.000032	0.000492	2030
085.Bor_3MW	5144.5	305.2	0.000009	0.000027	0.000416	0.000032	0.000484	2067
086.Bor_3MW	5144.9	305.0	0.000007	0.000024	0.000413	0.000031	0.000476	2103
087.Bor_3MW	5145.2	304.7	0.000006	0.000025	0.000417	0.000031	0.000479	2087
088.Bor_3MW	5146.7	303.4	0.000012	0.000047	0.000452	0.000030	0.000541	1848
089.Bor_3MW	5147.1	303.2	0.000019	0.000054	0.000464	0.000029	0.000566	1767
090.Bor_3MW	5147.4	302.9	0.000032	0.000171	0.000483	0.000031	0.000717	1396
091.Bor_3MW	5147.7	302.7	0.000127	0.000518	0.000511	0.000034	0.001190	840
092.Bor_3MW	5142.5	307.5	0.000133	0.000751	0.000439	0.000042	0.001364	733
093.Bor_3MW	5142.8	307.3	0.000086	0.000560	0.000442	0.000041	0.001128	887
094.Bor_3MW	5143.1	307.0	0.000063	0.000427	0.000440	0.000040	0.000969	1032
095.Bor_3MW	5143.4	306.8	0.000046	0.000314	0.000436	0.000038	0.000833	1200
096.Bor_3MW	5143.7	306.5	0.000031	0.000226	0.000443	0.000037	0.000736	1359
097.Bor_3MW	5144.1	306.2	0.000021	0.000166	0.000420	0.000036	0.000643	1555
098.Bor_3MW	5144.4	306.0	0.000015	0.000118	0.000424	0.000035	0.000592	1689
099.Bor_3MW	5144.7	305.8	0.000011	0.000086	0.000417	0.000034	0.000548	1825
100.Bor_3MW	5145.0	305.5	0.000009	0.000079	0.000421	0.000033	0.000542	1844
101.Bor_3MW	5145.3	305.2	0.000007	0.000079	0.000426	0.000033	0.000545	1834
102.Bor_3MW	5146.3	304.4	0.000010	0.000122	0.000441	0.000032	0.000605	1652
103.Bor_3MW	5147.5	303.4	0.000047	0.000210	0.000503	0.000031	0.000791	1264
104.Bor_3MW	5147.8	303.2	0.000207	0.000626	0.000538	0.000034	0.001404	712
105.Bor_3MW	5143.9	307.0	0.000045	0.000646	0.000437	0.000040	0.001167	857
106.Bor_3MW	5144.2	306.8	0.000030	0.000473	0.000432	0.000038	0.000973	1028
107.Bor_3MW	5144.5	306.5	0.000021	0.000355	0.000431	0.000037	0.000845	1184
108.Bor_3MW	5144.9	306.2	0.000016	0.000266	0.000427	0.000036	0.000745	1342
109.Bor_3MW	5145.2	306.0	0.000013	0.000251	0.000434	0.000036	0.000734	1363
110.Bor_3MW	5145.5	305.8	0.000012	0.000247	0.000434	0.000035	0.000728	1373
111.Bor_3MW	5146.4	305.0	0.000018	0.000368	0.000461	0.000035	0.000882	1134
112.Bor_3MW	5146.7	304.7	0.000027	0.000419	0.000475	0.000035	0.000956	1046
113.Bor_3MW	5148.0	303.7	0.000339	0.000761	0.000566	0.000043	0.001710	585
114.Bor_3MW	5145.0	306.8	0.000023	0.000804	0.000449	0.000050	0.001326	754
115.Bor_3MW	5145.3	306.5	0.000019	0.000798	0.000451	0.000050	0.001319	758
116.Bor_3MW	5145.6	306.2	0.000018	0.000786	0.000457	0.000050	0.001310	763
117.Bor_3MW	5135.7	301.6	0.000007	0.000485	0.000340	0.000042	0.000874	1144
118.Bor_3MW	5136.0	301.6	0.000006	0.000187	0.000334	0.000038	0.000566	1768
119.Bor_3MW	5136.4	301.6	0.000005	0.000065	0.000332	0.000036	0.000438	2284
120.Bor_3MW	5136.8	301.7	0.000004	0.000024	0.000325	0.000034	0.000386	2589
121.Bor_3MW	5137.2	301.7	0.000004	0.000008	0.000322	0.000032	0.000366	2731
122.Bor_3MW	5137.6	301.7	0.000003	0.000003	0.000329	0.000031	0.000366	2729
123.Bor_3MW	5138.0	301.8	0.000003	0.000001	0.000332	0.000029	0.000365	2739
124.Bor_3MW	5135.2	302.2	0.000015	0.000570	0.000348	0.000044	0.000977	1023

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
125.Bor_3MW	5135.6	302.2	0.000013	0.000218	0.000348	0.000039	0.000618	1617
126.Bor_3MW	5136.0	302.2	0.000010	0.000080	0.000344	0.000037	0.000472	2120
127.Bor_3MW	5136.4	302.3	0.000008	0.000028	0.000333	0.000035	0.000405	2471
128.Bor_3MW	5136.8	302.3	0.000007	0.000010	0.000326	0.000033	0.000376	2662
129.Bor_3MW	5137.2	302.3	0.000006	0.000003	0.000331	0.000032	0.000373	2678
130.Bor_3MW	5137.6	302.4	0.000005	0.000001	0.000336	0.000030	0.000373	2683
131.Bor_3MW	5138.0	302.4	0.000005	0.000000	0.000331	0.000029	0.000365	2739
132.Bor_3MW	5138.4	302.5	0.000004	0.000000	0.000336	0.000027	0.000368	2721
133.Bor_3MW	5138.8	302.5	0.000004	0.000000	0.000344	0.000026	0.000374	2673
134.Bor_3MW	5139.1	302.5	0.000004	0.000000	0.000354	0.000028	0.000386	2593
135.Bor_3MW	5139.5	302.6	0.000004	0.000000	0.000368	0.000028	0.000400	2500
136.Bor_3MW	5139.9	302.6	0.000003	0.000002	0.000340	0.000030	0.000375	2668
137.Bor_3MW	5140.3	302.6	0.000003	0.000007	0.000344	0.000031	0.000385	2596
138.Bor_3MW	5134.8	302.8	0.000033	0.000686	0.000365	0.000045	0.001129	886
139.Bor_3MW	5135.2	302.8	0.000025	0.000261	0.000355	0.000040	0.000682	1466
140.Bor_3MW	5135.6	302.8	0.000021	0.000096	0.000354	0.000038	0.000509	1964
141.Bor_3MW	5136.0	302.9	0.000018	0.000034	0.000347	0.000036	0.000434	2303
142.Bor_3MW	5136.4	302.9	0.000014	0.000012	0.000342	0.000034	0.000402	2486
143.Bor_3MW	5136.8	302.9	0.000012	0.000004	0.000334	0.000033	0.000384	2606
144.Bor_3MW	5137.2	302.9	0.000010	0.000001	0.000339	0.000032	0.000383	2614
145.Bor_3MW	5137.6	303.0	0.000009	0.000001	0.000340	0.000030	0.000380	2632
146.Bor_3MW	5138.0	303.1	0.000008	0.000000	0.000339	0.000030	0.000376	2658
147.Bor_3MW	5138.3	303.1	0.000007	0.000000	0.000343	0.000029	0.000378	2643
148.Bor_3MW	5138.7	303.1	0.000006	0.000000	0.000353	0.000028	0.000388	2577
149.Bor_3MW	5139.1	303.2	0.000006	0.000000	0.000366	0.000029	0.000401	2493
150.Bor_3MW	5139.5	303.2	0.000005	0.000001	0.000354	0.000029	0.000390	2567
151.Bor_3MW	5139.9	303.2	0.000005	0.000003	0.000342	0.000030	0.000381	2627
152.Bor_3MW	5140.3	303.2	0.000005	0.000013	0.000355	0.000032	0.000406	2464
153.Bor_3MW	5140.7	303.3	0.000005	0.000047	0.000349	0.000034	0.000435	2299
154.Bor_3MW	5141.1	303.4	0.000004	0.000159	0.000348	0.000036	0.000548	1826
155.Bor_3MW	5134.4	303.4	0.000094	0.000964	0.000401	0.000077	0.001536	651
156.Bor_3MW	5134.8	303.4	0.000059	0.000334	0.000380	0.000043	0.000816	1226
157.Bor_3MW	5135.2	303.4	0.000045	0.000133	0.000367	0.000039	0.000584	1713
158.Bor_3MW	5135.6	303.4	0.000035	0.000049	0.000360	0.000037	0.000482	2075
159.Bor_3MW	5136.0	303.5	0.000030	0.000021	0.000354	0.000035	0.000440	2273
160.Bor_3MW	5136.4	303.5	0.000025	0.000010	0.000347	0.000035	0.000417	2400
161.Bor_3MW	5136.8	303.5	0.000022	0.000005	0.000347	0.000034	0.000408	2452
162.Bor_3MW	5137.1	303.6	0.000018	0.000003	0.000352	0.000033	0.000406	2460
163.Bor_3MW	5137.5	303.7	0.000015	0.000002	0.000347	0.000032	0.000397	2518
164.Bor_3MW	5137.9	303.7	0.000013	0.000002	0.000353	0.000031	0.000399	2506
165.Bor_3MW	5138.3	303.7	0.000011	0.000001	0.000354	0.000030	0.000397	2516
166.Bor_3MW	5138.7	303.7	0.000010	0.000001	0.000372	0.000029	0.000412	2426
167.Bor_3MW	5139.1	303.8	0.000010	0.000001	0.000372	0.000030	0.000412	2428
168.Bor_3MW	5139.5	303.8	0.000009	0.000001	0.000353	0.000030	0.000394	2540
169.Bor_3MW	5139.9	303.8	0.000008	0.000006	0.000349	0.000032	0.000395	2534
170.Bor_3MW	5140.3	303.9	0.000008	0.000024	0.000353	0.000034	0.000419	2388
171.Bor_3MW	5140.7	303.9	0.000008	0.000084	0.000352	0.000036	0.000479	2086
172.Bor_3MW	5141.0	304.0	0.000007	0.000280	0.000359	0.000037	0.000683	1463
173.Bor_3MW	5134.8	304.0	0.000114	0.000948	0.000398	0.000075	0.001537	651
174.Bor_3MW	5135.2	304.0	0.000074	0.000334	0.000385	0.000043	0.000836	1197
175.Bor_3MW	5135.6	304.1	0.000060	0.000138	0.000374	0.000039	0.000611	1636
176.Bor_3MW	5136.0	304.1	0.000050	0.000066	0.000369	0.000038	0.000523	1912
177.Bor_3MW	5136.3	304.1	0.000042	0.000032	0.000358	0.000037	0.000467	2139
178.Bor_3MW	5136.7	304.2	0.000038	0.000015	0.000358	0.000034	0.000445	2249
179.Bor_3MW	5137.1	304.2	0.000032	0.000011	0.000360	0.000035	0.000437	2287

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
180.Bor_3MW	5137.5	304.3	0.000028	0.000009	0.000357	0.000034	0.000428	2335
181.Bor_3MW	5137.9	304.3	0.000025	0.000007	0.000352	0.000033	0.000417	2398
182.Bor_3MW	5138.3	304.3	0.000021	0.000005	0.000364	0.000033	0.000423	2365
183.Bor_3MW	5138.7	304.4	0.000020	0.000003	0.000376	0.000032	0.000430	2323
184.Bor_3MW	5139.1	304.4	0.000017	0.000003	0.000360	0.000032	0.000412	2430
185.Bor_3MW	5139.5	304.4	0.000017	0.000003	0.000355	0.000031	0.000406	2462
186.Bor_3MW	5139.9	304.5	0.000014	0.000011	0.000380	0.000032	0.000437	2287
187.Bor_3MW	5140.2	304.5	0.000014	0.000045	0.000356	0.000035	0.000450	2224
188.Bor_3MW	5140.6	304.6	0.000013	0.000146	0.000360	0.000037	0.000556	1798
189.Bor_3MW	5141.0	304.6	0.000013	0.000457	0.000371	0.000039	0.000880	1136
190.Bor_3MW	5135.2	304.7	0.000152	0.000813	0.000406	0.000072	0.001442	693
191.Bor_3MW	5135.5	304.7	0.000108	0.000400	0.000390	0.000043	0.000942	1062
192.Bor_3MW	5135.9	304.7	0.000088	0.000196	0.000382	0.000041	0.000707	1414
193.Bor_3MW	5136.3	304.8	0.000072	0.000095	0.000375	0.000039	0.000581	1722
194.Bor_3MW	5136.7	304.8	0.000065	0.000053	0.000376	0.000038	0.000532	1881
195.Bor_3MW	5137.1	304.9	0.000059	0.000044	0.000372	0.000037	0.000511	1955
196.Bor_3MW	5137.5	304.9	0.000054	0.000036	0.000368	0.000037	0.000495	2021
197.Bor_3MW	5137.9	304.9	0.000046	0.000029	0.000371	0.000036	0.000482	2073
198.Bor_3MW	5138.3	305.0	0.000042	0.000021	0.000381	0.000035	0.000478	2093
199.Bor_3MW	5138.7	305.0	0.000039	0.000016	0.000378	0.000033	0.000465	2150
200.Bor_3MW	5139.0	305.0	0.000037	0.000012	0.000361	0.000033	0.000444	2254
201.Bor_3MW	5139.4	305.0	0.000031	0.000012	0.000384	0.000033	0.000460	2174
202.Bor_3MW	5139.8	305.1	0.000029	0.000021	0.000371	0.000034	0.000454	2201
203.Bor_3MW	5140.2	305.2	0.000026	0.000081	0.000367	0.000037	0.000510	1959
204.Bor_3MW	5140.6	305.2	0.000025	0.000256	0.000370	0.000038	0.000689	1451
205.Bor_3MW	5141.0	305.2	0.000023	0.000759	0.000388	0.000042	0.001212	825
206.Bor_3MW	5135.9	305.3	0.000161	0.000548	0.000397	0.000045	0.001151	869
207.Bor_3MW	5136.3	305.4	0.000143	0.000279	0.000393	0.000042	0.000857	1167
208.Bor_3MW	5136.7	305.5	0.000130	0.000193	0.000400	0.000041	0.000765	1308
209.Bor_3MW	5137.1	305.5	0.000123	0.000159	0.000389	0.000040	0.000711	1406
210.Bor_3MW	5137.5	305.5	0.000115	0.000133	0.000387	0.000040	0.000674	1483
211.Bor_3MW	5137.9	305.5	0.000100	0.000111	0.000394	0.000039	0.000644	1552
212.Bor_3MW	5138.3	305.6	0.000091	0.000092	0.000402	0.000038	0.000623	1605
213.Bor_3MW	5138.6	305.6	0.000079	0.000075	0.000383	0.000038	0.000575	1738
214.Bor_3MW	5139.0	305.6	0.000073	0.000060	0.000372	0.000036	0.000542	1845
215.Bor_3MW	5139.4	305.7	0.000060	0.000059	0.000373	0.000037	0.000528	1894
216.Bor_3MW	5139.8	305.8	0.000057	0.000082	0.000372	0.000037	0.000547	1828
217.Bor_3MW	5140.2	305.8	0.000053	0.000147	0.000381	0.000038	0.000618	1617
218.Bor_3MW	5140.6	305.8	0.000050	0.000456	0.000394	0.000041	0.000941	1062
219.Bor_3MW	5136.3	306.0	0.000400	0.000766	0.000425	0.000066	0.001657	604
220.Bor_3MW	5136.7	306.1	0.000329	0.000643	0.000411	0.000044	0.001427	701
221.Bor_3MW	5137.1	306.1	0.000302	0.000547	0.000404	0.000044	0.001297	771
222.Bor_3MW	5137.4	306.1	0.000265	0.000476	0.000408	0.000043	0.001192	839
223.Bor_3MW	5137.8	306.2	0.000254	0.000401	0.000416	0.000042	0.001113	898
224.Bor_3MW	5138.2	306.2	0.000217	0.000336	0.000417	0.000042	0.001012	988
225.Bor_3MW	5138.6	306.2	0.000187	0.000283	0.000396	0.000042	0.000908	1102
226.Bor_3MW	5139.0	306.3	0.000160	0.000233	0.000395	0.000040	0.000829	1206
227.Bor_3MW	5139.4	306.3	0.000135	0.000231	0.000391	0.000041	0.000797	1255
228.Bor_3MW	5139.8	306.4	0.000124	0.000258	0.000385	0.000041	0.000809	1237
229.Bor_3MW	5140.2	306.4	0.000106	0.000451	0.000399	0.000042	0.000998	1002
230.Bor_3MW	5140.6	306.4	0.000098	0.000778	0.000411	0.000044	0.001332	751
231.Bor_3MW	5139.0	306.9	0.000414	0.000803	0.000408	0.000045	0.001670	599
232.Bor_3MW	5139.4	307.0	0.000344	0.000801	0.000409	0.000045	0.001599	626
233.Bor_3MW	5139.8	307.0	0.000284	0.000753	0.000413	0.000044	0.001494	669
234.Bor_3MW	5139.8	254.3	0.000000	0.000969	0.000335	0.000046	0.001351	740

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
235.Bor_3MW	5140.2	254.1	0.000000	0.000497	0.000343	0.000042	0.000882	1133
236.Bor_3MW	5140.6	253.9	0.000000	0.000235	0.000352	0.000038	0.000625	1601
237.Bor_3MW	5139.5	255.1	0.000000	0.000654	0.000328	0.000045	0.001028	973
238.Bor_3MW	5139.9	254.9	0.000000	0.000336	0.000336	0.000041	0.000713	1403
239.Bor_3MW	5140.3	254.7	0.000000	0.000158	0.000345	0.000037	0.000540	1852
240.Bor_3MW	5140.7	254.6	0.000000	0.000069	0.000350	0.000034	0.000454	2202
241.Bor_3MW	5141.1	254.4	0.000000	0.000031	0.000354	0.000032	0.000418	2393
242.Bor_3MW	5139.6	255.7	0.000000	0.000221	0.000330	0.000039	0.000591	1693
243.Bor_3MW	5140.0	255.6	0.000000	0.000105	0.000336	0.000037	0.000478	2092
244.Bor_3MW	5140.4	255.4	0.000000	0.000047	0.000342	0.000034	0.000423	2367
245.Bor_3MW	5140.8	255.2	0.000000	0.000021	0.000345	0.000032	0.000398	2513
246.Bor_3MW	5141.1	255.1	0.000000	0.000010	0.000354	0.000030	0.000394	2539
247.Bor_3MW	5141.5	254.9	0.000000	0.000004	0.000361	0.000028	0.000394	2539
248.Bor_3MW	5138.5	256.8	0.000000	0.000556	0.000332	0.000042	0.000931	1074
249.Bor_3MW	5138.9	256.6	0.000000	0.000277	0.000325	0.000039	0.000641	1561
250.Bor_3MW	5140.1	256.2	0.000000	0.000029	0.000333	0.000033	0.000395	2533
251.Bor_3MW	5140.5	256.0	0.000000	0.000014	0.000339	0.000031	0.000384	2603
252.Bor_3MW	5140.9	255.9	0.000000	0.000006	0.000343	0.000030	0.000380	2631
253.Bor_3MW	5141.3	255.7	0.000000	0.000003	0.000351	0.000029	0.000382	2614
254.Bor_3MW	5141.6	255.6	0.000000	0.000001	0.000368	0.000027	0.000396	2525
255.Bor_3MW	5142.0	255.4	0.000000	0.000001	0.000370	0.000025	0.000396	2523
256.Bor_3MW	5137.8	257.7	0.000001	0.000625	0.000325	0.000040	0.000991	1009
257.Bor_3MW	5138.2	257.6	0.000000	0.000320	0.000326	0.000039	0.000686	1457
258.Bor_3MW	5138.6	257.4	0.000000	0.000166	0.000324	0.000036	0.000527	1899
259.Bor_3MW	5139.0	257.2	0.000000	0.000079	0.000322	0.000035	0.000436	2291
260.Bor_3MW	5139.4	257.1	0.000000	0.000035	0.000329	0.000033	0.000398	2514
261.Bor_3MW	5140.6	256.6	0.000000	0.000004	0.000337	0.000030	0.000371	2695
262.Bor_3MW	5141.0	256.5	0.000000	0.000002	0.000347	0.000029	0.000378	2649
263.Bor_3MW	5141.3	256.3	0.000000	0.000001	0.000356	0.000027	0.000385	2600
264.Bor_3MW	5141.7	256.2	0.000000	0.000001	0.000362	0.000027	0.000390	2565
265.Bor_3MW	5142.1	256.0	0.000000	0.000002	0.000364	0.000027	0.000392	2548
266.Bor_3MW	5137.1	258.7	0.000001	0.000694	0.000321	0.000038	0.001054	948
267.Bor_3MW	5137.5	258.5	0.000000	0.000367	0.000322	0.000037	0.000726	1377
268.Bor_3MW	5137.9	258.4	0.000001	0.000191	0.000321	0.000036	0.000550	1819
269.Bor_3MW	5138.3	258.2	0.000000	0.000096	0.000320	0.000034	0.000451	2215
270.Bor_3MW	5138.7	258.0	0.000000	0.000043	0.000327	0.000032	0.000403	2479
271.Bor_3MW	5139.1	257.9	0.000000	0.000018	0.000330	0.000032	0.000381	2626
272.Bor_3MW	5139.5	257.7	0.000000	0.000008	0.000337	0.000031	0.000377	2653
273.Bor_3MW	5139.9	257.6	0.000000	0.000004	0.000329	0.000030	0.000363	2751
274.Bor_3MW	5141.1	257.1	0.000000	0.000001	0.000349	0.000027	0.000377	2652
275.Bor_3MW	5141.4	256.9	0.000000	0.000001	0.000356	0.000027	0.000384	2603
276.Bor_3MW	5141.8	256.8	0.000000	0.000002	0.000353	0.000028	0.000383	2612
277.Bor_3MW	5142.2	256.6	0.000000	0.000004	0.000351	0.000028	0.000384	2606
278.Bor_3MW	5142.6	256.5	0.000000	0.000010	0.000361	0.000028	0.000398	2510
279.Bor_3MW	5136.8	259.5	0.000001	0.000520	0.000323	0.000038	0.000881	1135
280.Bor_3MW	5137.2	259.3	0.000001	0.000253	0.000319	0.000036	0.000609	1643
281.Bor_3MW	5137.6	259.2	0.000001	0.000122	0.000319	0.000035	0.000476	2102
282.Bor_3MW	5138.0	259.0	0.000001	0.000059	0.000327	0.000033	0.000420	2379
283.Bor_3MW	5138.4	258.8	0.000001	0.000024	0.000321	0.000031	0.000377	2655
284.Bor_3MW	5138.8	258.7	0.000000	0.000010	0.000337	0.000030	0.000378	2645
285.Bor_3MW	5139.2	258.5	0.000000	0.000004	0.000333	0.000031	0.000369	2710
286.Bor_3MW	5139.6	258.4	0.000000	0.000002	0.000328	0.000029	0.000360	2781
287.Bor_3MW	5140.0	258.2	0.000000	0.000001	0.000330	0.000028	0.000359	2783
288.Bor_3MW	5140.4	258.0	0.000000	0.000001	0.000336	0.000028	0.000364	2746
289.Bor_3MW	5141.5	257.6	0.000000	0.000002	0.000348	0.000028	0.000378	2645

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
290.Bor_3MW	5141.9	257.4	0.000000	0.000005	0.000343	0.000029	0.000377	2656
291.Bor_3MW	5142.3	257.2	0.000000	0.000011	0.000350	0.000029	0.000391	2559
292.Bor_3MW	5142.7	257.1	0.000000	0.000031	0.000358	0.000029	0.000418	2393
293.Bor_3MW	5136.2	300.4	0.000002	0.000764	0.000327	0.000043	0.001136	881
294.Bor_3MW	5136.6	300.2	0.000001	0.000361	0.000325	0.000039	0.000726	1377
295.Bor_3MW	5136.9	300.1	0.000001	0.000172	0.000323	0.000036	0.000532	1881
296.Bor_3MW	5137.3	259.9	0.000001	0.000082	0.000324	0.000034	0.000441	2267
297.Bor_3MW	5137.7	259.8	0.000001	0.000038	0.000319	0.000033	0.000391	2557
298.Bor_3MW	5138.1	259.6	0.000001	0.000016	0.000322	0.000032	0.000371	2699
299.Bor_3MW	5138.5	259.5	0.000001	0.000006	0.000329	0.000030	0.000366	2736
300.Bor_3MW	5138.9	259.3	0.000001	0.000003	0.000333	0.000028	0.000364	2745
301.Bor_3MW	5139.3	259.2	0.000000	0.000001	0.000334	0.000029	0.000365	2742
302.Bor_3MW	5139.7	259.0	0.000000	0.000001	0.000334	0.000029	0.000364	2747
303.Bor_3MW	5140.1	258.9	0.000000	0.000000	0.000338	0.000027	0.000366	2730
304.Bor_3MW	5140.5	258.7	0.000000	0.000000	0.000355	0.000026	0.000382	2616
305.Bor_3MW	5140.9	258.5	0.000000	0.000001	0.000353	0.000028	0.000381	2622
306.Bor_3MW	5142.0	258.1	0.000000	0.000013	0.000341	0.000030	0.000384	2604
307.Bor_3MW	5142.4	257.9	0.000000	0.000034	0.000348	0.000030	0.000412	2429
308.Bor_3MW	5142.8	257.7	0.000000	0.000100	0.000355	0.000031	0.000486	2060
309.Bor_3MW	5143.2	257.6	0.000000	0.000267	0.000363	0.000032	0.000662	1510
310.Bor_3MW	5137.4	300.5	0.000001	0.000026	0.000317	0.000033	0.000378	2647
311.Bor_3MW	5137.8	300.4	0.000001	0.000011	0.000317	0.000031	0.000361	2768
312.Bor_3MW	5138.2	300.2	0.000001	0.000004	0.000329	0.000029	0.000363	2751
313.Bor_3MW	5138.6	300.1	0.000001	0.000002	0.000332	0.000028	0.000363	2754
314.Bor_3MW	5139.0	259.9	0.000001	0.000001	0.000331	0.000027	0.000359	2783
315.Bor_3MW	5139.4	259.8	0.000001	0.000000	0.000339	0.000028	0.000367	2721
316.Bor_3MW	5139.8	259.6	0.000001	0.000000	0.000350	0.000027	0.000377	2651
317.Bor_3MW	5140.2	259.5	0.000000	0.000000	0.000350	0.000026	0.000376	2657
318.Bor_3MW	5140.6	259.3	0.000000	0.000000	0.000352	0.000027	0.000380	2631
319.Bor_3MW	5140.9	259.2	0.000000	0.000002	0.000345	0.000029	0.000377	2655
320.Bor_3MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000004	0.000334	0.000030	0.000369	2710
321.Bor_3MW	5142.5	258.5	0.000000	0.000101	0.000350	0.000032	0.000483	2071
322.Bor_3MW	5142.9	258.4	0.000000	0.000276	0.000357	0.000034	0.000666	1501
323.Bor_3MW	5138.3	300.9	0.000001	0.000001	0.000332	0.000029	0.000363	2754
324.Bor_3MW	5138.7	300.7	0.000001	0.000001	0.000335	0.000027	0.000364	2750
325.Bor_3MW	5139.1	300.5	0.000001	0.000000	0.000345	0.000027	0.000373	2681
326.Bor_3MW	5139.5	300.4	0.000001	0.000000	0.000337	0.000026	0.000364	2748
327.Bor_3MW	5139.9	300.2	0.000001	0.000000	0.000346	0.000026	0.000373	2679
328.Bor_3MW	5140.3	300.1	0.000001	0.000000	0.000357	0.000027	0.000386	2593
329.Bor_3MW	5140.7	259.9	0.000001	0.000001	0.000343	0.000029	0.000374	2676
330.Bor_3MW	5141.0	259.8	0.000000	0.000004	0.000332	0.000030	0.000367	2725
331.Bor_3MW	5141.4	259.6	0.000000	0.000012	0.000347	0.000031	0.000390	2562
332.Bor_3MW	5141.8	259.5	0.000000	0.000033	0.000339	0.000032	0.000404	2473
333.Bor_3MW	5139.2	301.2	0.000001	0.000000	0.000337	0.000026	0.000364	2744
334.Bor_3MW	5139.6	301.0	0.000001	0.000000	0.000347	0.000027	0.000375	2669
335.Bor_3MW	5140.0	300.9	0.000001	0.000000	0.000368	0.000028	0.000397	2517
336.Bor_3MW	5140.4	300.7	0.000001	0.000001	0.000346	0.000029	0.000376	2657
337.Bor_3MW	5140.8	300.5	0.000001	0.000004	0.000334	0.000030	0.000369	2711
338.Bor_3MW	5141.1	300.4	0.000001	0.000011	0.000347	0.000031	0.000390	2567
339.Bor_3MW	5141.5	300.2	0.000000	0.000030	0.000340	0.000032	0.000402	2487
340.Bor_3MW	5141.9	300.1	0.000000	0.000085	0.000338	0.000033	0.000457	2190
341.Bor_3MW	5142.3	259.9	0.000000	0.000243	0.000342	0.000035	0.000621	1610
342.Bor_3MW	5140.5	301.4	0.000001	0.000003	0.000335	0.000030	0.000369	2707
343.Bor_3MW	5140.8	301.2	0.000001	0.000010	0.000345	0.000031	0.000387	2587
344.Bor_3MW	5141.2	301.0	0.000001	0.000027	0.000338	0.000033	0.000399	2507

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
345.Bor_3MW	5141.6	300.9	0.000001	0.000077	0.000338	0.000034	0.000449	2228
346.Bor_3MW	5142.0	300.7	0.000000	0.000224	0.000338	0.000036	0.000598	1671
347.Bor_3MW	5142.4	300.6	0.000000	0.000575	0.000342	0.000038	0.000955	1047
348.Bor_3MW	5141.3	301.7	0.000001	0.000069	0.000340	0.000034	0.000444	2252
349.Bor_3MW	5141.7	301.5	0.000001	0.000199	0.000343	0.000035	0.000579	1728
350.Bor_3MW	5142.1	301.4	0.000001	0.000536	0.000344	0.000038	0.000918	1089
351.Bor_3MW	5147.2	259.6	0.000041	0.000698	0.000489	0.000033	0.001260	794
352.Bor_3MW	5145.3	250.1	0.000030	0.000452	0.000515	0.000028	0.001026	975
353.Bor_3MW	5145.4	250.7	0.000032	0.000445	0.000509	0.000028	0.001014	986
354.Bor_3MW	5145.5	251.3	0.000031	0.000450	0.000501	0.000028	0.001010	990
355.Bor_3MW	5145.9	253.7	0.000028	0.000398	0.000475	0.000027	0.000929	1077
356.Bor_3MW	5146.0	254.3	0.000027	0.000329	0.000469	0.000027	0.000852	1174
357.Bor_3MW	5146.1	254.9	0.000026	0.000297	0.000467	0.000027	0.000817	1224
358.Bor_3MW	5146.2	255.5	0.000025	0.000263	0.000471	0.000027	0.000786	1272
359.Bor_3MW	5146.3	256.1	0.000024	0.000240	0.000473	0.000027	0.000764	1308
360.Bor_3MW	5146.4	256.7	0.000023	0.000248	0.000468	0.000028	0.000767	1304
361.Bor_3MW	5146.4	257.3	0.000023	0.000258	0.000478	0.000028	0.000787	1271
362.Bor_3MW	5146.5	257.9	0.000022	0.000291	0.000457	0.000029	0.000798	1253
363.Bor_3MW	5146.6	258.5	0.000021	0.000269	0.000456	0.000029	0.000776	1289
364.Bor_3MW	5146.7	259.1	0.000021	0.000247	0.000459	0.000030	0.000757	1321
365.Bor_3MW	5144.4	246.6	0.000018	0.000434	0.000568	0.000028	0.001048	954
366.Bor_3MW	5144.5	247.2	0.000017	0.000343	0.000555	0.000028	0.000942	1061
367.Bor_3MW	5144.6	247.8	0.000015	0.000291	0.000546	0.000027	0.000879	1138
368.Bor_3MW	5144.7	248.4	0.000015	0.000233	0.000528	0.000027	0.000804	1244
369.Bor_3MW	5144.8	249.0	0.000016	0.000198	0.000513	0.000027	0.000753	1329
370.Bor_3MW	5144.9	249.6	0.000015	0.000164	0.000501	0.000026	0.000707	1415
371.Bor_3MW	5145.0	250.2	0.000015	0.000142	0.000491	0.000026	0.000674	1483
372.Bor_3MW	5145.0	250.8	0.000015	0.000146	0.000484	0.000026	0.000671	1490
373.Bor_3MW	5145.1	251.4	0.000016	0.000184	0.000475	0.000026	0.000701	1426
374.Bor_3MW	5145.2	252.0	0.000016	0.000394	0.000470	0.000027	0.000906	1103
375.Bor_3MW	5145.6	254.4	0.000016	0.000446	0.000452	0.000028	0.000942	1062
376.Bor_3MW	5145.7	255.0	0.000014	0.000197	0.000447	0.000027	0.000686	1458
377.Bor_3MW	5145.8	255.6	0.000014	0.000092	0.000448	0.000026	0.000580	1726
378.Bor_3MW	5145.9	256.2	0.000013	0.000084	0.000450	0.000027	0.000574	1741
379.Bor_3MW	5146.0	256.8	0.000013	0.000084	0.000446	0.000027	0.000570	1755
380.Bor_3MW	5146.1	257.4	0.000013	0.000086	0.000443	0.000027	0.000569	1758
381.Bor_3MW	5146.2	258.0	0.000012	0.000086	0.000444	0.000027	0.000570	1755
382.Bor_3MW	5146.3	258.7	0.000012	0.000081	0.000440	0.000028	0.000561	1783
383.Bor_3MW	5144.1	247.4	0.000007	0.000286	0.000527	0.000028	0.000848	1180
384.Bor_3MW	5144.2	248.0	0.000007	0.000103	0.000518	0.000026	0.000653	1530
385.Bor_3MW	5144.3	248.6	0.000008	0.000069	0.000509	0.000026	0.000611	1636
386.Bor_3MW	5144.4	249.2	0.000007	0.000058	0.000499	0.000026	0.000589	1697
387.Bor_3MW	5144.5	249.8	0.000007	0.000048	0.000484	0.000025	0.000564	1772
388.Bor_3MW	5144.6	250.4	0.000008	0.000041	0.000473	0.000025	0.000547	1829
389.Bor_3MW	5144.7	251.0	0.000008	0.000040	0.000462	0.000025	0.000535	1869
390.Bor_3MW	5144.8	251.6	0.000008	0.000071	0.000457	0.000026	0.000561	1781
391.Bor_3MW	5144.9	252.2	0.000008	0.000154	0.000450	0.000027	0.000638	1567
392.Bor_3MW	5145.0	252.8	0.000008	0.000327	0.000445	0.000028	0.000807	1238
393.Bor_3MW	5145.4	255.8	0.000008	0.000248	0.000431	0.000028	0.000715	1398
394.Bor_3MW	5145.5	256.4	0.000007	0.000117	0.000434	0.000028	0.000585	1708
395.Bor_3MW	5145.6	257.0	0.000007	0.000055	0.000435	0.000027	0.000525	1906
396.Bor_3MW	5145.7	257.6	0.000007	0.000028	0.000430	0.000026	0.000492	2034
397.Bor_3MW	5143.8	248.2	0.000004	0.000195	0.000495	0.000027	0.000721	1387
398.Bor_3MW	5143.9	248.8	0.000003	0.000068	0.000488	0.000026	0.000585	1711
399.Bor_3MW	5144.0	249.4	0.000003	0.000021	0.000483	0.000025	0.000532	1881

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
400.Bor_3MW	5144.1	250.0	0.000004	0.000011	0.000473	0.000024	0.000512	1953
401.Bor_3MW	5144.2	250.6	0.000003	0.000010	0.000455	0.000024	0.000492	2031
402.Bor_3MW	5144.3	251.1	0.000004	0.000010	0.000450	0.000024	0.000487	2052
403.Bor_3MW	5144.4	251.7	0.000004	0.000025	0.000442	0.000025	0.000497	2012
404.Bor_3MW	5144.5	252.3	0.000004	0.000058	0.000437	0.000026	0.000524	1908
405.Bor_3MW	5144.6	252.9	0.000004	0.000129	0.000430	0.000027	0.000590	1694
406.Bor_3MW	5144.7	253.5	0.000004	0.000267	0.000427	0.000028	0.000725	1378
407.Bor_3MW	5144.8	254.1	0.000005	0.000555	0.000425	0.000029	0.001014	986
408.Bor_3MW	5145.1	256.5	0.000004	0.000328	0.000416	0.000030	0.000778	1286
409.Bor_3MW	5145.2	257.1	0.000004	0.000163	0.000421	0.000029	0.000617	1622
410.Bor_3MW	5143.5	248.3	0.000003	0.000379	0.000478	0.000028	0.000888	1126
411.Bor_3MW	5143.5	248.9	0.000002	0.000132	0.000472	0.000027	0.000632	1582
412.Bor_3MW	5143.6	249.5	0.000001	0.000044	0.000465	0.000026	0.000536	1866
413.Bor_3MW	5143.7	250.1	0.000001	0.000013	0.000460	0.000024	0.000498	2007
414.Bor_3MW	5143.8	250.7	0.000001	0.000004	0.000446	0.000023	0.000475	2105
415.Bor_3MW	5143.9	251.3	0.000002	0.000003	0.000434	0.000023	0.000462	2164
416.Bor_3MW	5144.0	251.9	0.000002	0.000007	0.000427	0.000024	0.000460	2175
417.Bor_3MW	5144.1	252.5	0.000002	0.000018	0.000424	0.000025	0.000468	2135
418.Bor_3MW	5144.2	253.1	0.000002	0.000045	0.000417	0.000026	0.000490	2040
419.Bor_3MW	5144.3	253.7	0.000002	0.000098	0.000415	0.000027	0.000543	1841
420.Bor_3MW	5144.4	254.3	0.000002	0.000231	0.000412	0.000028	0.000674	1484
421.Bor_3MW	5144.5	254.9	0.000003	0.000525	0.000410	0.000030	0.000968	1033
422.Bor_3MW	5142.9	249.8	0.000001	0.000181	0.000432	0.000028	0.000642	1558
423.Bor_3MW	5143.0	250.4	0.000000	0.000064	0.000425	0.000027	0.000516	1938
424.Bor_3MW	5143.1	251.0	0.000000	0.000019	0.000422	0.000025	0.000467	2141
425.Bor_3MW	5143.2	251.6	0.000000	0.000005	0.000418	0.000024	0.000448	2233
426.Bor_3MW	5143.3	252.2	0.000000	0.000002	0.000415	0.000024	0.000440	2272
427.Bor_3MW	5143.4	252.8	0.000000	0.000002	0.000405	0.000024	0.000430	2324
428.Bor_3MW	5143.5	253.4	0.000000	0.000004	0.000395	0.000025	0.000424	2358
429.Bor_3MW	5143.6	254.0	0.000000	0.000011	0.000393	0.000026	0.000430	2328
430.Bor_3MW	5143.6	254.6	0.000001	0.000032	0.000390	0.000027	0.000449	2229
431.Bor_3MW	5143.7	255.2	0.000001	0.000087	0.000387	0.000028	0.000503	1989
432.Bor_3MW	5143.8	255.8	0.000001	0.000211	0.000386	0.000030	0.000627	1594
433.Bor_3MW	5143.9	256.4	0.000001	0.000479	0.000384	0.000032	0.000896	1116
434.Bor_3MW	5142.5	250.0	0.000001	0.000331	0.000418	0.000029	0.000779	1284
435.Bor_3MW	5142.6	250.6	0.000000	0.000133	0.000413	0.000028	0.000574	1741
436.Bor_3MW	5142.7	251.2	0.000000	0.000046	0.000409	0.000027	0.000482	2076
437.Bor_3MW	5142.8	251.8	0.000000	0.000013	0.000406	0.000026	0.000444	2252
438.Bor_3MW	5142.9	252.4	0.000000	0.000004	0.000406	0.000024	0.000434	2306
439.Bor_3MW	5143.0	253.0	0.000000	0.000001	0.000401	0.000024	0.000426	2348
440.Bor_3MW	5143.1	253.6	0.000000	0.000001	0.000390	0.000024	0.000416	2403
441.Bor_3MW	5143.2	254.2	0.000000	0.000004	0.000383	0.000025	0.000411	2431
442.Bor_3MW	5143.3	254.8	0.000000	0.000010	0.000381	0.000026	0.000417	2396
443.Bor_3MW	5143.4	255.4	0.000000	0.000030	0.000379	0.000027	0.000436	2295
444.Bor_3MW	5143.5	256.0	0.000000	0.000082	0.000377	0.000029	0.000489	2047
445.Bor_3MW	5142.3	250.7	0.000000	0.000260	0.000403	0.000030	0.000694	1442
446.Bor_3MW	5142.3	251.3	0.000000	0.000095	0.000397	0.000029	0.000522	1916
447.Bor_3MW	5142.4	251.9	0.000000	0.000030	0.000392	0.000028	0.000449	2225
448.Bor_3MW	5142.5	252.5	0.000000	0.000009	0.000393	0.000026	0.000428	2336
449.Bor_3MW	5142.6	253.1	0.000000	0.000003	0.000395	0.000025	0.000423	2367
450.Bor_3MW	5142.7	253.7	0.000000	0.000001	0.000386	0.000024	0.000412	2430
451.Bor_3MW	5142.8	254.3	0.000000	0.000002	0.000380	0.000025	0.000406	2461
452.Bor_3MW	5142.9	254.9	0.000000	0.000004	0.000374	0.000026	0.000403	2479
453.Bor_3MW	5141.9	250.9	0.000000	0.000503	0.000398	0.000032	0.000934	1071
454.Bor_3MW	5142.0	251.5	0.000000	0.000187	0.000390	0.000031	0.000608	1645

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
455.Bor_3MW	5142.1	252.1	0.000000	0.000067	0.000385	0.000030	0.000482	2075
456.Bor_3MW	5142.2	252.7	0.000000	0.000022	0.000385	0.000028	0.000436	2295
457.Bor_3MW	5142.3	253.3	0.000000	0.000007	0.000388	0.000027	0.000422	2369
458.Bor_3MW	5142.3	253.9	0.000000	0.000002	0.000390	0.000026	0.000418	2393
459.Bor_3MW	5142.4	254.5	0.000000	0.000001	0.000381	0.000025	0.000407	2457
460.Bor_3MW	5141.6	251.6	0.000000	0.000380	0.000385	0.000033	0.000799	1252
461.Bor_3MW	5141.7	252.2	0.000000	0.000146	0.000378	0.000032	0.000556	1799
462.Bor_3MW	5141.8	252.8	0.000000	0.000049	0.000377	0.000030	0.000456	2192
463.Bor_3MW	5141.9	253.4	0.000000	0.000016	0.000376	0.000029	0.000421	2373
464.Bor_3MW	5142.0	254.0	0.000000	0.000005	0.000375	0.000027	0.000407	2457
465.Bor_3MW	5141.3	252.4	0.000000	0.000304	0.000374	0.000035	0.000712	1404
466.Bor_3MW	5141.4	253.0	0.000000	0.000103	0.000370	0.000033	0.000506	1978
467.Bor_3MW	5141.5	253.6	0.000000	0.000035	0.000368	0.000031	0.000434	2304
Totaal per jaar			0.010650	0.074684	0.182494	0.015194	0.283022	4
Dit is eens in .. jaar			94	13	5	66	4	

Tabel C1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario B (3MW)

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	0.010648	94	0.182495	5	0.193143	5
Niet-routegebonden	0.074684	13	0.015194	66	0.089878	11
Totaal	0.085332	12	0.197689	5	0.283021	4

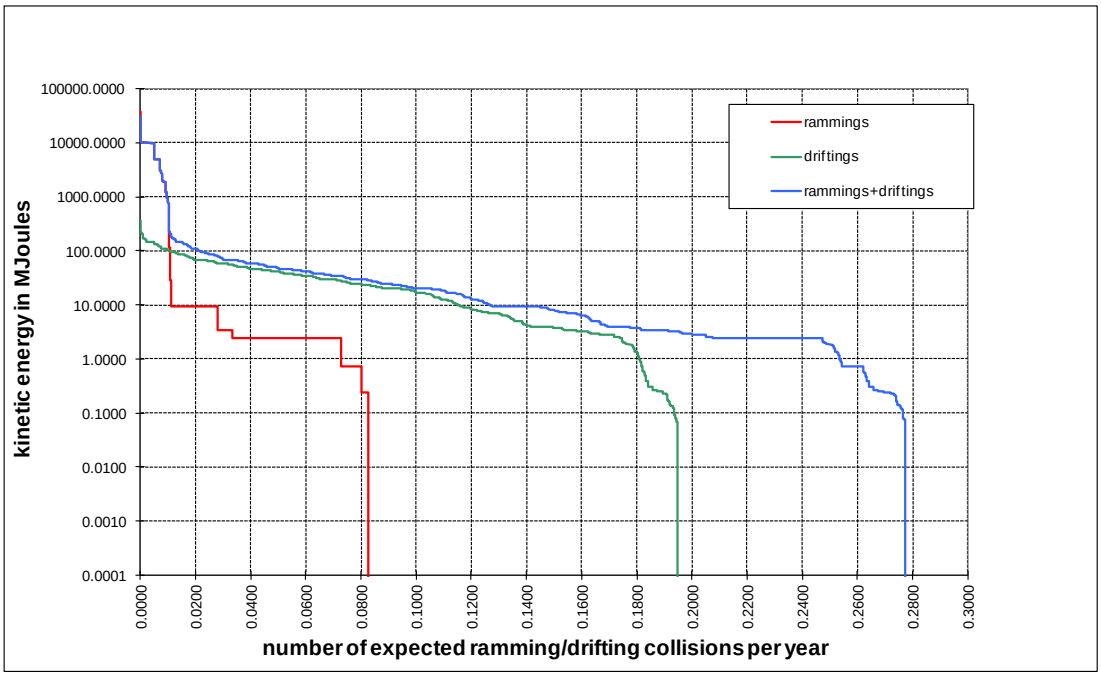
Tabel C1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000026	0.018405	0.000258	0.018689
Chemicaliëntanker	0.000034	0.033855	0.000371	0.034260
Gastanker	0.000006	0.007168	0.000095	0.007269
Container+ RoRo	0.000915	0.063403	0.008295	0.072613
Ferry	0.000008	0.001037	0.000114	0.001158
Overige R-schepen	0.000053	0.052800	0.006304	0.059157
N-schepen	0.000009	0.000002	0.089867	0.089878
alle	0.001050	0.176670	0.105304	0.283024

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel C1-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario B (3MW)

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	0.007432	0.000000	0.066920	0.009633	0.015191	0.009633	0.089544	0.099177	10
Scheef	0.000001	0.000003	0.000014	0.000095	0.064427	0.000002	0.064442	0.000101	0.064543	15
Omvallen	0.000958	0.000031	0.008626	0.000193	0.108435	0.000001	0.118018	0.000225	0.118243	8
GosMos[1]	0.000106	0.000003	0.000936	0.000013	0.000000	0.000000	0.001042	0.000016	0.001058	945
Totaal	0.001065	0.007469	0.009575	0.067222	0.182495	0.015194	0.193135	0.089885	0.283021	4



Figuur C1-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel C1-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario B (3MW)

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%	4.5%	4.5%	0.6%	5.4%	6.0%	0.6%	9.8%	10.4%
1-3	0.0%	13.9%	13.9%	6.2%	0.0%	6.2%	6.2%	13.9%	20.1%
3-5	0.0%	1.8%	1.8%	8.8%	0.0%	8.8%	8.8%	1.8%	10.6%
5-10	0.0%	5.9%	5.9%	8.3%	0.0%	8.3%	8.3%	5.9%	14.2%
10-15	0.0%	0.1%	0.1%	3.2%	0.0%	3.2%	3.2%	0.1%	3.4%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	24.0%	0.0%	24.0%	24.0%	0.0%	24.0%
50-100	0.0%	0.0%	0.1%	9.6%	0.0%	9.6%	9.6%	0.0%	9.7%
100-200	0.1%	0.1%	0.1%	3.6%	0.0%	3.6%	3.7%	0.1%	3.7%
>200	3.7%	0.0%	3.7%	0.3%	0.0%	0.3%	3.9%	0.0%	4.0%
Totaal	3.8%	26.4%	30.2%	64.5%	5.4%	69.8%	68.2%	31.8%	100.0%

Tabel C1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario B (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000017	57444	0.000
20-150	0.002503	399	0.224
150-750	0.004202	238	1.626
750-3000	0.002510	398	3.549
3000-10000	0.000260	3850	0.957
Totaal	0.009492	105	6.356

Tabel C1-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario B (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000260	3847	0.127
750-3000	0.000394	2540	0.907
3000-10000	0.002007	498	12.062
10000-30000	0.000346	2886	5.391
30000-100000	0.000009	116611	0.270
Totaal	0.003015	332	18.757

Tabel C1-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele scenario B (3MW)	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
	0.009492	105	6.356	0.003015	332	18.757	80

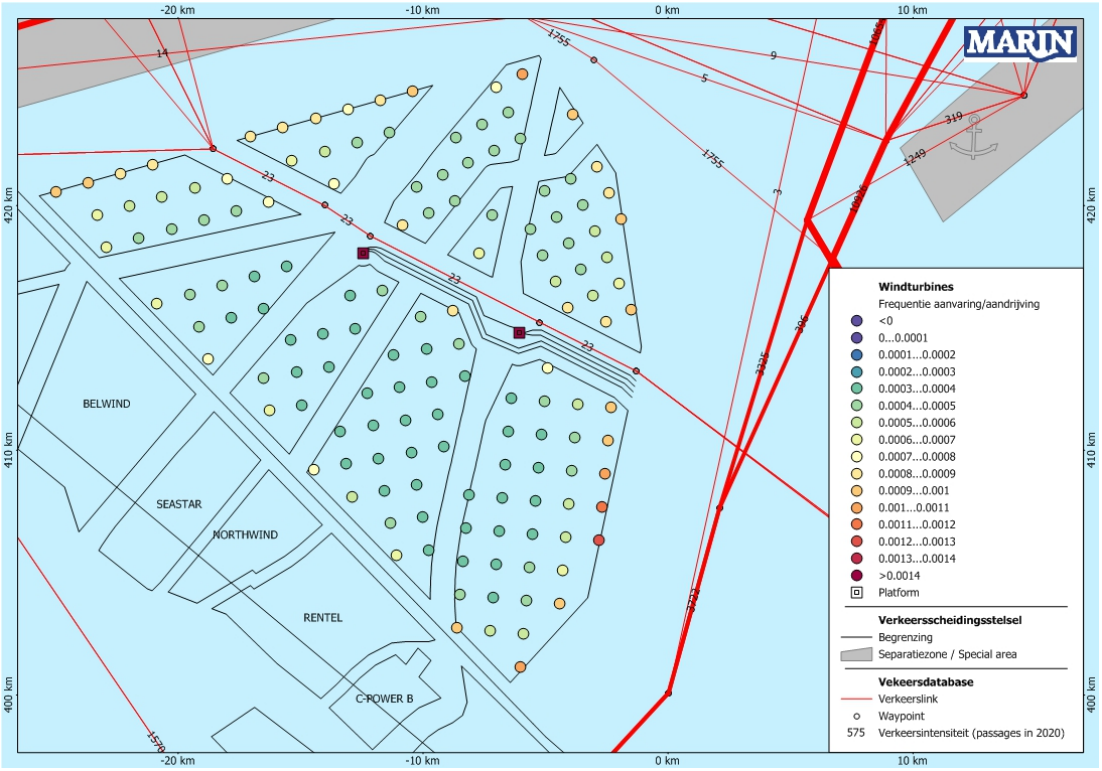
Tabel C1-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000394
Hoog ecologisch risico	0.000078
Gemiddeld ecologisch risico	0.000200
Gering ecologisch risico	0.000786
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000904
Totaal	0.002363
Eens in de … jaar	423

Tabel C1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000003	0.000024	38124	0.91	0.000024	-
Chemicaliëntanker	0.000004	0.000030	29727	1.13	0.000038	-
Gastanker	0.000001	0.000005	162602	0.85	0.000005	-
Container + RoRo	0.000092	0.000824	1092	1.61	0.001474	25240
Ferry	0.000001	0.000007	133333	47.43	0.000356	133333
Overige R-schepen	0.000006	0.000047	18943	1.03	0.000054	-
N-schepen	0.000002	0.000007	115340	0.18	0.000002	-
Totaal	0.000108	0.000942	952	1.86	0.001952	21222

Appendix C2: Resultaten 10MW-variant



Figuur C2-1 ***Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario B (10MW)***

Tabel C2-1 ***Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario B (10MW)***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_10MW	5144.2	259.2	0.000001	0.000451	0.000378	0.000028	0.000858	1166
001.Bor_10MW	5144.5	300.1	0.000001	0.000097	0.000376	0.000025	0.000498	2007
002.Bor_10MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000023	0.000388	0.000022	0.000434	2305
003.Bor_10MW	5143.6	301.9	0.000001	0.000249	0.000360	0.000028	0.000637	1569
004.Bor_10MW	5144.8	301.0	0.000001	0.000015	0.000379	0.000023	0.000418	2395
005.Bor_10MW	5145.3	300.5	0.000002	0.000003	0.000393	0.000019	0.000417	2400
006.Bor_10MW	5144.5	302.3	0.000001	0.000011	0.000380	0.000023	0.000415	2409
007.Bor_10MW	5145.6	301.4	0.000002	0.000001	0.000404	0.000020	0.000427	2343
008.Bor_10MW	5146.2	301.0	0.000005	0.000007	0.000420	0.000021	0.000453	2208
009.Bor_10MW	5142.5	305.1	0.000012	0.000402	0.000381	0.000031	0.000825	1212
010.Bor_10MW	5143.1	304.6	0.000006	0.000119	0.000374	0.000028	0.000527	1896
011.Bor_10MW	5143.6	304.2	0.000004	0.000033	0.000374	0.000026	0.000436	2292
012.Bor_10MW	5144.2	303.7	0.000003	0.000009	0.000387	0.000024	0.000421	2373
013.Bor_10MW	5145.9	302.3	0.000003	0.000002	0.000408	0.000020	0.000433	2312
014.Bor_10MW	5146.5	301.9	0.000007	0.000014	0.000425	0.000022	0.000468	2138
015.Bor_10MW	5142.2	306.5	0.000042	0.000394	0.000394	0.000031	0.000862	1161
016.Bor_10MW	5142.8	306.0	0.000023	0.000092	0.000392	0.000028	0.000536	1867
017.Bor_10MW	5143.4	305.5	0.000013	0.000023	0.000390	0.000026	0.000451	2217
018.Bor_10MW	5143.9	305.1	0.000007	0.000008	0.000388	0.000024	0.000427	2341
019.Bor_10MW	5144.5	304.6	0.000004	0.000006	0.000395	0.000023	0.000429	2331
020.Bor_10MW	5145.1	304.1	0.000003	0.000006	0.000397	0.000023	0.000429	2332

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
021.Bor_10MW	5146.2	303.2	0.000005	0.000009	0.000417	0.000022	0.000453	2210
022.Bor_10MW	5146.8	302.8	0.000010	0.000030	0.000437	0.000023	0.000500	2001
023.Bor_10MW	5147.3	302.3	0.000046	0.000217	0.000468	0.000025	0.000756	1322
024.Bor_10MW	5142.5	307.4	0.000086	0.000394	0.000421	0.000031	0.000932	1073
025.Bor_10MW	5143.1	306.9	0.000047	0.000201	0.000421	0.000029	0.000698	1432
026.Bor_10MW	5143.6	306.5	0.000025	0.000108	0.000430	0.000028	0.000590	1694
027.Bor_10MW	5144.2	306.0	0.000013	0.000057	0.000405	0.000026	0.000502	1991
028.Bor_10MW	5144.8	305.5	0.000008	0.000053	0.000402	0.000026	0.000488	2050
029.Bor_10MW	5145.3	305.1	0.000006	0.000052	0.000412	0.000025	0.000496	2017
030.Bor_10MW	5147.6	303.2	0.000130	0.000364	0.000501	0.000026	0.001021	980
031.Bor_10MW	5144.5	306.9	0.000025	0.000456	0.000427	0.000042	0.000950	1053
032.Bor_10MW	5145.1	306.5	0.000015	0.000387	0.000426	0.000029	0.000858	1166
033.Bor_10MW	5145.6	306.0	0.000012	0.000371	0.000430	0.000029	0.000842	1188
034.Bor_10MW	5146.8	305.1	0.000031	0.000381	0.000473	0.000036	0.000921	1085
035.Bor_10MW	5135.4	301.6	0.000007	0.000504	0.000338	0.000063	0.000913	1095
036.Bor_10MW	5136.1	301.6	0.000005	0.000068	0.000328	0.000028	0.000430	2328
037.Bor_10MW	5136.9	301.7	0.000003	0.000008	0.000319	0.000025	0.000356	2812
038.Bor_10MW	5137.6	301.8	0.000003	0.000001	0.000323	0.000023	0.000350	2860
039.Bor_10MW	5138.3	301.9	0.000002	0.000000	0.000328	0.000021	0.000352	2839
040.Bor_10MW	5135.3	302.8	0.000018	0.000139	0.000345	0.000030	0.000532	1878
041.Bor_10MW	5136.1	302.8	0.000013	0.000015	0.000338	0.000026	0.000393	2545
042.Bor_10MW	5136.8	302.9	0.000009	0.000002	0.000326	0.000023	0.000361	2771
043.Bor_10MW	5137.5	302.9	0.000007	0.000000	0.000341	0.000022	0.000371	2695
044.Bor_10MW	5138.3	303.0	0.000005	0.000000	0.000334	0.000022	0.000362	2765
045.Bor_10MW	5139.0	303.1	0.000005	0.000000	0.000354	0.000021	0.000380	2629
046.Bor_10MW	5139.7	303.2	0.000004	0.000001	0.000336	0.000023	0.000364	2748
047.Bor_10MW	5140.5	303.2	0.000004	0.000015	0.000342	0.000025	0.000386	2594
048.Bor_10MW	5134.6	303.8	0.000107	0.000501	0.000395	0.000063	0.001065	939
049.Bor_10MW	5135.3	303.9	0.000052	0.000141	0.000369	0.000031	0.000593	1687
050.Bor_10MW	5136.0	304.0	0.000036	0.000048	0.000355	0.000029	0.000467	2141
051.Bor_10MW	5136.8	304.1	0.000027	0.000016	0.000348	0.000027	0.000417	2400
052.Bor_10MW	5137.5	304.1	0.000021	0.000005	0.000345	0.000025	0.000396	2525
053.Bor_10MW	5138.2	304.2	0.000016	0.000003	0.000349	0.000024	0.000392	2549
054.Bor_10MW	5139.0	304.3	0.000013	0.000003	0.000356	0.000024	0.000396	2526
055.Bor_10MW	5139.7	304.3	0.000011	0.000005	0.000350	0.000025	0.000390	2562
056.Bor_10MW	5140.4	304.4	0.000011	0.000046	0.000345	0.000027	0.000428	2336
057.Bor_10MW	5141.2	304.5	0.000010	0.000387	0.000363	0.000030	0.000791	1265
058.Bor_10MW	5136.0	305.2	0.000111	0.000402	0.000381	0.000032	0.000928	1078
059.Bor_10MW	5136.7	305.2	0.000083	0.000141	0.000379	0.000030	0.000634	1577
060.Bor_10MW	5137.5	305.3	0.000073	0.000047	0.000368	0.000029	0.000516	1938
061.Bor_10MW	5138.2	305.4	0.000057	0.000037	0.000383	0.000028	0.000504	1983
062.Bor_10MW	5138.9	305.5	0.000046	0.000036	0.000356	0.000028	0.000465	2149
063.Bor_10MW	5139.7	305.5	0.000038	0.000036	0.000359	0.000027	0.000460	2172
064.Bor_10MW	5140.4	305.6	0.000035	0.000142	0.000369	0.000030	0.000576	1737
065.Bor_10MW	5137.4	306.5	0.000367	0.000430	0.000409	0.000054	0.001261	793
066.Bor_10MW	5138.1	306.5	0.000310	0.000403	0.000406	0.000034	0.001153	867
067.Bor_10MW	5138.9	306.6	0.000226	0.000387	0.000383	0.000033	0.001030	971
068.Bor_10MW	5139.6	306.7	0.000163	0.000377	0.000385	0.000033	0.000958	1044
069.Bor_10MW	5140.4	306.8	0.000125	0.000377	0.000403	0.000032	0.000938	1066
070.Bor_10MW	5140.0	254.7	0.000000	0.000247	0.000329	0.000032	0.000608	1646
071.Bor_10MW	5140.7	254.4	0.000000	0.000062	0.000343	0.000027	0.000432	2314
072.Bor_10MW	5138.8	256.3	0.000000	0.000433	0.000316	0.000033	0.000783	1278
073.Bor_10MW	5140.2	255.8	0.000000	0.000032	0.000331	0.000026	0.000389	2573
074.Bor_10MW	5140.9	255.6	0.000000	0.000006	0.000336	0.000023	0.000365	2736
075.Bor_10MW	5141.6	255.3	0.000000	0.000001	0.000353	0.000021	0.000375	2668

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
076.Bor_10MW	5138.2	257.7	0.000000	0.000186	0.000318	0.000029	0.000533	1876
077.Bor_10MW	5138.9	257.4	0.000000	0.000052	0.000318	0.000027	0.000397	2520
078.Bor_10MW	5139.6	257.2	0.000000	0.000014	0.000320	0.000025	0.000359	2783
079.Bor_10MW	5141.0	256.7	0.000000	0.000001	0.000340	0.000021	0.000362	2762
080.Bor_10MW	5141.8	256.5	0.000000	0.000001	0.000348	0.000020	0.000370	2706
081.Bor_10MW	5136.9	259.3	0.000001	0.000282	0.000317	0.000029	0.000629	1591
082.Bor_10MW	5137.6	259.1	0.000001	0.000078	0.000312	0.000027	0.000418	2393
083.Bor_10MW	5138.4	258.8	0.000000	0.000022	0.000314	0.000025	0.000362	2764
084.Bor_10MW	5139.1	258.6	0.000000	0.000006	0.000332	0.000024	0.000362	2762
085.Bor_10MW	5139.8	258.3	0.000000	0.000001	0.000320	0.000022	0.000344	2908
086.Bor_10MW	5140.5	258.1	0.000000	0.000000	0.000331	0.000021	0.000352	2842
087.Bor_10MW	5141.9	257.6	0.000000	0.000003	0.000333	0.000022	0.000358	2790
088.Bor_10MW	5142.6	257.4	0.000000	0.000022	0.000344	0.000023	0.000389	2569
089.Bor_10MW	5137.1	300.5	0.000001	0.000038	0.000318	0.000025	0.000382	2616
090.Bor_10MW	5137.8	300.2	0.000001	0.000008	0.000311	0.000023	0.000343	2918
091.Bor_10MW	5138.5	300.0	0.000001	0.000002	0.000325	0.000021	0.000349	2863
092.Bor_10MW	5139.2	259.8	0.000000	0.000001	0.000326	0.000020	0.000348	2877
093.Bor_10MW	5139.9	259.5	0.000000	0.000000	0.000344	0.000020	0.000364	2749
094.Bor_10MW	5140.6	259.2	0.000000	0.000000	0.000341	0.000020	0.000362	2766
095.Bor_10MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000002	0.000327	0.000022	0.000351	2847
096.Bor_10MW	5142.8	258.5	0.000000	0.000127	0.000346	0.000026	0.000499	2004
097.Bor_10MW	5139.4	300.9	0.000001	0.000000	0.000331	0.000019	0.000351	2852
098.Bor_10MW	5140.1	300.7	0.000001	0.000000	0.000347	0.000020	0.000368	2718
099.Bor_10MW	5140.8	300.4	0.000001	0.000001	0.000327	0.000021	0.000349	2864
100.Bor_10MW	5141.5	300.1	0.000000	0.000012	0.000331	0.000023	0.000367	2726
101.Bor_10MW	5142.2	259.9	0.000000	0.000104	0.000333	0.000026	0.000464	2156
102.Bor_10MW	5140.9	301.6	0.000001	0.000008	0.000333	0.000024	0.000366	2734
103.Bor_10MW	5141.6	301.3	0.000001	0.000077	0.000332	0.000026	0.000436	2293
104.Bor_10MW	5142.4	301.0	0.000000	0.000481	0.000337	0.000030	0.000848	1179
105.Bor_10MW	5144.7	246.8	0.000023	0.000316	0.000566	0.000037	0.000941	1062
106.Bor_10MW	5144.9	247.9	0.000025	0.000301	0.000539	0.000036	0.000901	1110
107.Bor_10MW	5145.1	249.1	0.000027	0.000301	0.000515	0.000036	0.000879	1138
108.Bor_10MW	5145.4	250.2	0.000026	0.000328	0.000501	0.000037	0.000892	1121
109.Bor_10MW	5146.0	253.6	0.000031	0.000310	0.000468	0.000038	0.000847	1181
110.Bor_10MW	5146.3	254.8	0.000031	0.000302	0.000467	0.000037	0.000838	1193
111.Bor_10MW	5146.5	255.9	0.000032	0.000284	0.000470	0.000036	0.000822	1217
112.Bor_10MW	5146.7	257.1	0.000032	0.000272	0.000464	0.000023	0.000790	1266
113.Bor_10MW	5146.9	258.3	0.000032	0.000350	0.000464	0.000023	0.000869	1150
114.Bor_10MW	5147.2	259.4	0.000034	0.000384	0.000473	0.000024	0.000916	1092
115.Bor_10MW	5144.2	248.3	0.000005	0.000079	0.000497	0.000020	0.000600	1667
116.Bor_10MW	5144.4	249.4	0.000006	0.000022	0.000478	0.000019	0.000525	1905
117.Bor_10MW	5144.7	250.6	0.000007	0.000030	0.000459	0.000019	0.000515	1942
118.Bor_10MW	5144.9	251.7	0.000008	0.000096	0.000445	0.000020	0.000569	1758
119.Bor_10MW	5145.1	252.9	0.000009	0.000279	0.000439	0.000022	0.000748	1336
120.Bor_10MW	5145.6	255.2	0.000009	0.000213	0.000429	0.000021	0.000672	1487
121.Bor_10MW	5145.8	256.3	0.000010	0.000043	0.000431	0.000020	0.000504	1986
122.Bor_10MW	5146.0	257.5	0.000010	0.000028	0.000429	0.000020	0.000487	2054
123.Bor_10MW	5146.2	258.6	0.000010	0.000032	0.000428	0.000021	0.000491	2036
124.Bor_10MW	5143.5	248.7	0.000002	0.000216	0.000459	0.000021	0.000698	1433
125.Bor_10MW	5143.7	249.9	0.000001	0.000029	0.000450	0.000019	0.000499	2004
126.Bor_10MW	5143.9	251.0	0.000001	0.000003	0.000430	0.000018	0.000452	2211
127.Bor_10MW	5144.2	252.1	0.000002	0.000010	0.000419	0.000018	0.000449	2225
128.Bor_10MW	5144.4	253.3	0.000002	0.000054	0.000411	0.000020	0.000487	2053
129.Bor_10MW	5144.6	254.4	0.000003	0.000291	0.000406	0.000023	0.000724	1382
130.Bor_10MW	5145.1	256.7	0.000003	0.000277	0.000401	0.000024	0.000706	1416

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
131.Bor_10MW	5142.3	250.6	0.000000	0.000254	0.000395	0.000023	0.000673	1486
132.Bor_10MW	5142.5	251.7	0.000000	0.000033	0.000388	0.000021	0.000442	2264
133.Bor_10MW	5142.8	252.9	0.000000	0.000003	0.000387	0.000018	0.000408	2452
134.Bor_10MW	5143.0	254.0	0.000000	0.000001	0.000373	0.000019	0.000393	2544
135.Bor_10MW	5143.2	255.1	0.000000	0.000009	0.000367	0.000020	0.000396	2524
136.Bor_10MW	5141.8	252.1	0.000000	0.000105	0.000371	0.000023	0.000499	2003
137.Bor_10MW	5142.1	253.2	0.000000	0.000009	0.000368	0.000020	0.000398	2515
138.Bor_10MW	5142.3	254.4	0.000000	0.000001	0.000376	0.000020	0.000397	2517
139.Bor_10MW	5141.1	252.4	0.000000	0.000371	0.000361	0.000029	0.000761	1314
Totaal per jaar			0.003021	0.017715	0.053650	0.003647	0.078033	13
Dit is eens in .. jaar			331	56	19	274	13	

Tabel C2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario B (10MW)

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	0.003017	331	0.053652	19	0.056669	18
Niet-routegebonden	0.017715	56	0.003648	274	0.021363	47
Totaal	0.020732	48	0.057300	17	0.078032	13

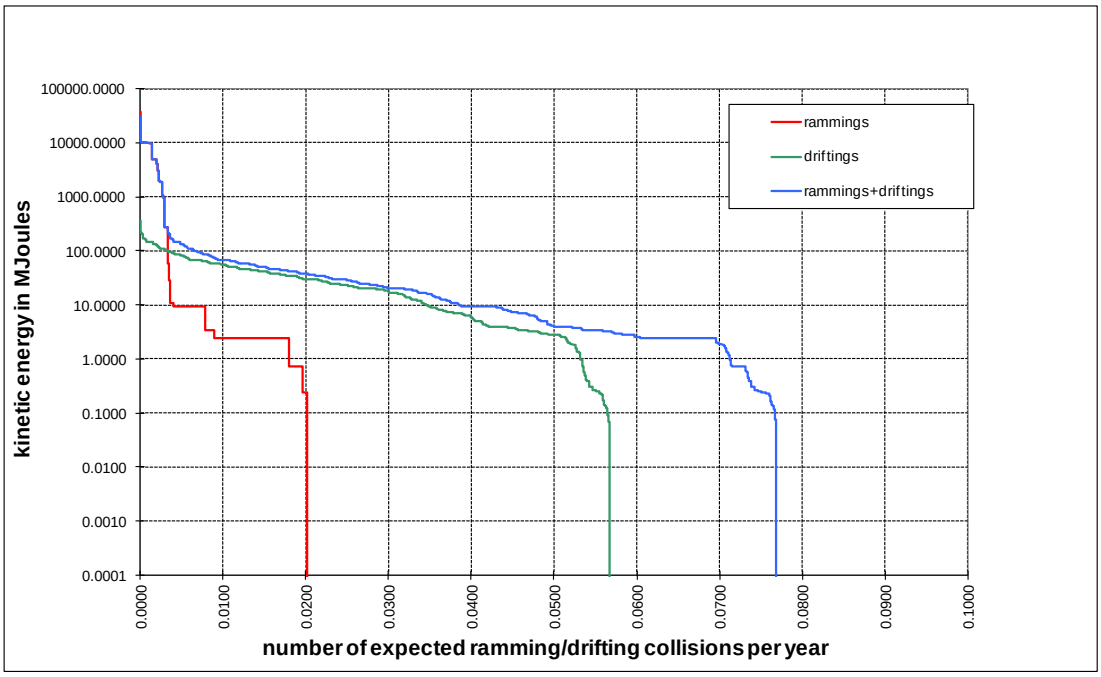
Tabel C2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000008	0.005548	0.000081	0.005637
Chemicaliëntanker	0.000009	0.009930	0.000099	0.010038
Gastanker	0.000001	0.002053	0.000023	0.002077
Container+ RoRo	0.000260	0.019033	0.002356	0.021649
Ferry	0.000002	0.000312	0.000031	0.000345
Overige R-schepen	0.000015	0.015259	0.001651	0.016925
N-schepen	0.000003	0.000002	0.021357	0.021362
alle	0.000300	0.052137	0.025596	0.078033

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel C2 4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario B (10MW)

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	0.001720	0.000000	0.015487	0.002569	0.003642	0.002569	0.020849	0.023418	43
Scheef	0.000000	0.000001	0.000003	0.000122	0.018482	0.000002	0.018485	0.000124	0.018609	54
Omvallen	0.000272	0.000050	0.002448	0.000333	0.032599	0.000004	0.035319	0.000386	0.035705	28
GosMos[1]	0.000030	0.000004	0.000266	0.000031	0.000000	0.000000	0.000297	0.000036	0.000332	3009
Totaal	0.000302	0.001775	0.002717	0.015973	0.053650	0.003648	0.056669	0.021396	0.078065	13



Figuur C2-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel C2-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario B (10MW)

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%	3.5%	3.5%	0.6%	4.7%	5.2%	0.6%	8.1%	8.7%
1-3	0.0%	11.6%	11.6%	6.2%	0.0%	6.3%	6.2%	11.6%	17.8%
3-5	0.0%	1.4%	1.4%	9.0%	0.0%	9.0%	9.0%	1.4%	10.5%
5-10	0.0%	4.9%	4.9%	8.7%	0.0%	8.7%	8.7%	4.9%	13.6%
10-15	0.0%	0.6%	0.6%	3.5%	0.0%	3.5%	3.5%	0.6%	4.0%
15-50	0.0%	0.0%	0.0%	26.0%	0.0%	26.0%	26.0%	0.0%	26.0%
50-100	0.0%	0.2%	0.2%	10.5%	0.0%	10.5%	10.6%	0.2%	10.7%
100-200	0.1%	0.1%	0.1%	4.0%	0.0%	4.0%	4.0%	0.1%	4.1%
>200	3.8%	0.4%	4.2%	0.3%	0.0%	0.3%	4.1%	0.4%	4.5%
Totaal	3.9%	22.7%	26.6%	68.8%	4.7%	73.4%	72.6%	27.4%	100.0%

Tabel C2-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario B (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000005	208171	0.000
20-150	0.000720	1390	0.064
150-750	0.001242	805	0.484
750-3000	0.000758	1320	1.075
3000-10000	0.000080	12489	0.295
Totaal	0.002804	357	1.918

Tabel C2-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario B (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000075	13302	0.037
750-3000	0.000118	8505	0.271
3000-10000	0.000606	1649	3.648
10000-30000	0.000106	9438	1.649
30000-100000	0.000003	380984	0.083
Totaal	0.000908	1102	5.687

Tabel C2-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele Scenario B (10MW)	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
	0.002804	357	1.918	0.000908	1102	5.687	269

Tabel C2-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000115
Hoog ecologisch risico	0.000022
Gemiddeld ecologisch risico	0.000059
Gering ecologisch risico	0.000227
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000261
Totaal	0.000685
Eens in de … jaar	1459

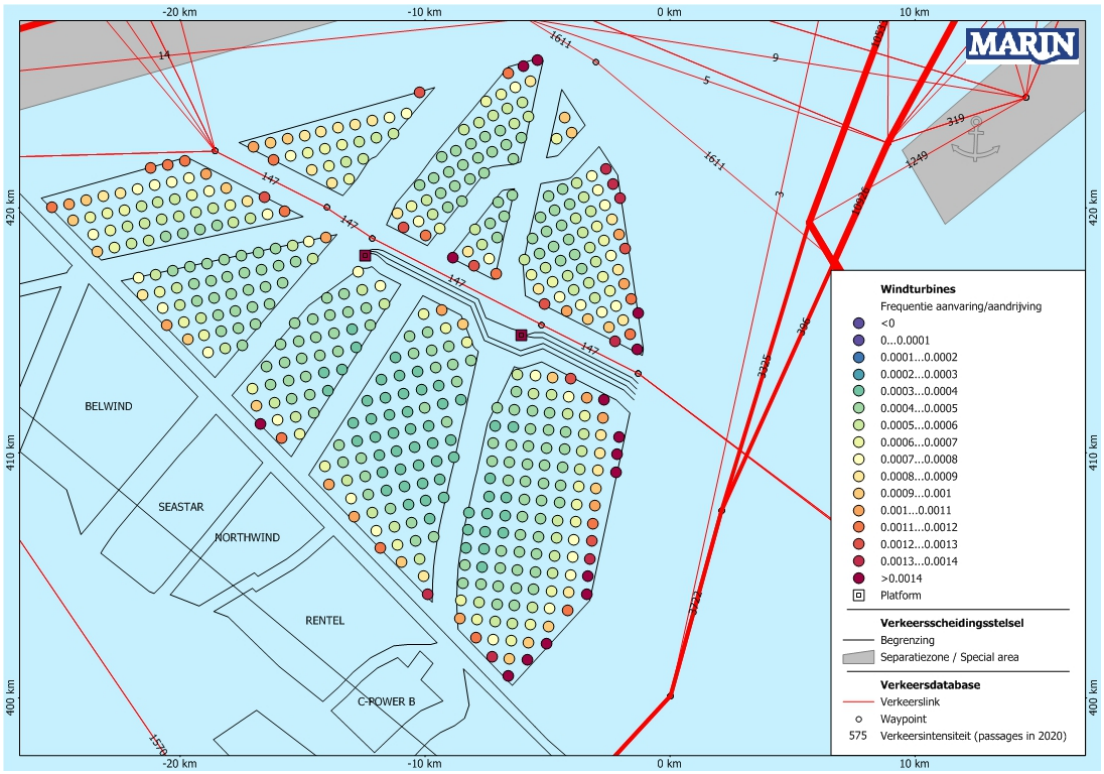
Tabel C2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000001	0.000007	121139	1.59	0.000013	-
Chemicaliëntanker	0.000001	0.000008	108755	1.56	0.000014	-
Gastanker	0.000000	0.000001	714286	0.99	0.000001	-
Container + RoRo	0.000026	0.000234	3845	2.47	0.000642	59330
Ferry	0.000000	0.000002	454545	83.05	0.000183	454545
Overige R-schepen	0.000002	0.000013	65963	1.56	0.000024	-
N-schepen	0.000001	0.000002	312012	0.36	0.000001	-
Totaal	0.000031	0.000268	3339	2.93	0.000878	52480

APPENDIX D RESULTATEN VERKEERSSCENARIO C

Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief corridor voor schepen tot 80 meter

Appendix D1: Resultaten 3MW-variant



Figuur D1-1 Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario C (3MW)

Tabel D1-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario C (3MW)

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_3MW	5144.2	259.2	0.000018	0.000801	0.000400	0.000055	0.001274	785
001.Bor_3MW	5144.5	258.9	0.000007	0.000415	0.000404	0.000051	0.000877	1141
002.Bor_3MW	5144.1	259.9	0.000013	0.000647	0.000394	0.000053	0.001107	903
003.Bor_3MW	5144.4	259.6	0.000004	0.000321	0.000399	0.000050	0.000773	1294
004.Bor_3MW	5144.7	259.4	0.000002	0.000159	0.000400	0.000047	0.000608	1644
005.Bor_3MW	5143.6	300.9	0.000031	0.000993	0.000388	0.000057	0.001469	681
006.Bor_3MW	5144.2	300.4	0.000003	0.000253	0.000387	0.000050	0.000693	1442
007.Bor_3MW	5144.5	300.2	0.000002	0.000128	0.000394	0.000047	0.000571	1752
008.Bor_3MW	5144.8	259.9	0.000002	0.000059	0.000398	0.000044	0.000503	1990
009.Bor_3MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000028	0.000404	0.000042	0.000476	2099
010.Bor_3MW	5143.4	301.7	0.000021	0.000805	0.000393	0.000056	0.001276	784
011.Bor_3MW	5143.7	301.4	0.000007	0.000413	0.000378	0.000052	0.000849	1178
012.Bor_3MW	5144.7	300.7	0.000001	0.000047	0.000391	0.000045	0.000483	2069
013.Bor_3MW	5145.0	300.4	0.000002	0.000022	0.000400	0.000043	0.000467	2141
014.Bor_3MW	5145.3	300.1	0.000002	0.000010	0.000409	0.000041	0.000462	2163
015.Bor_3MW	5143.3	302.5	0.000015	0.000670	0.000405	0.000055	0.001146	872

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
016.Bor_3MW	5143.6	302.2	0.000005	0.000337	0.000377	0.000052	0.000771	1297
017.Bor_3MW	5143.9	301.9	0.000002	0.000163	0.000377	0.000048	0.000591	1692
018.Bor_3MW	5144.2	301.7	0.000001	0.000077	0.000386	0.000047	0.000510	1960
019.Bor_3MW	5144.8	301.1	0.000001	0.000017	0.000400	0.000043	0.000462	2167
020.Bor_3MW	5145.2	300.9	0.000002	0.000008	0.000401	0.000041	0.000452	2212
021.Bor_3MW	5145.5	300.7	0.000003	0.000004	0.000409	0.000039	0.000455	2199
022.Bor_3MW	5145.8	300.4	0.000004	0.000006	0.000418	0.000039	0.000467	2142
023.Bor_3MW	5144.1	302.5	0.000002	0.000059	0.000384	0.000047	0.000491	2037
024.Bor_3MW	5144.4	302.2	0.000001	0.000027	0.000392	0.000044	0.000464	2153
025.Bor_3MW	5145.3	301.4	0.000002	0.000003	0.000406	0.000039	0.000449	2225
026.Bor_3MW	5145.6	301.1	0.000003	0.000002	0.000415	0.000038	0.000457	2186
027.Bor_3MW	5145.9	300.9	0.000005	0.000007	0.000423	0.000039	0.000474	2111
028.Bor_3MW	5142.6	304.2	0.000036	0.000777	0.000416	0.000056	0.001285	778
029.Bor_3MW	5143.0	304.0	0.000012	0.000428	0.000388	0.000053	0.000881	1135
030.Bor_3MW	5143.3	303.7	0.000006	0.000216	0.000387	0.000049	0.000658	1520
031.Bor_3MW	5143.6	303.5	0.000003	0.000104	0.000383	0.000049	0.000540	1852
032.Bor_3MW	5144.5	302.7	0.000002	0.000010	0.000393	0.000041	0.000445	2245
033.Bor_3MW	5144.8	302.5	0.000002	0.000005	0.000394	0.000040	0.000441	2269
034.Bor_3MW	5145.5	301.9	0.000002	0.000001	0.000411	0.000037	0.000452	2213
035.Bor_3MW	5145.8	301.7	0.000003	0.000002	0.000419	0.000038	0.000463	2160
036.Bor_3MW	5146.1	301.4	0.000005	0.000008	0.000425	0.000039	0.000477	2096
037.Bor_3MW	5146.4	301.1	0.000008	0.000026	0.000440	0.000040	0.000514	1945
038.Bor_3MW	5142.5	305.0	0.000033	0.000605	0.000403	0.000055	0.001096	913
039.Bor_3MW	5142.8	304.7	0.000015	0.000327	0.000391	0.000052	0.000785	1275
040.Bor_3MW	5143.1	304.5	0.000009	0.000162	0.000389	0.000051	0.000610	1639
041.Bor_3MW	5143.4	304.2	0.000006	0.000078	0.000392	0.000049	0.000525	1905
042.Bor_3MW	5143.7	304.0	0.000004	0.000033	0.000390	0.000046	0.000473	2115
043.Bor_3MW	5144.1	303.7	0.000004	0.000015	0.000399	0.000043	0.000460	2173
044.Bor_3MW	5145.0	302.9	0.000002	0.000002	0.000401	0.000039	0.000443	2257
045.Bor_3MW	5145.9	302.2	0.000004	0.000003	0.000421	0.000038	0.000465	2151
046.Bor_3MW	5146.3	301.9	0.000006	0.000009	0.000430	0.000038	0.000484	2067
047.Bor_3MW	5146.6	301.7	0.000010	0.000030	0.000443	0.000039	0.000522	1916
048.Bor_3MW	5142.3	305.8	0.000041	0.000488	0.000408	0.000054	0.000992	1009
049.Bor_3MW	5142.6	305.5	0.000024	0.000246	0.000409	0.000053	0.000731	1367
050.Bor_3MW	5143.0	305.2	0.000016	0.000125	0.000398	0.000051	0.000589	1697
051.Bor_3MW	5143.3	305.0	0.000011	0.000061	0.000399	0.000047	0.000519	1928
052.Bor_3MW	5143.6	304.7	0.000007	0.000024	0.000400	0.000046	0.000477	2096
053.Bor_3MW	5143.9	304.5	0.000006	0.000011	0.000394	0.000043	0.000454	2204
054.Bor_3MW	5144.2	304.2	0.000004	0.000005	0.000409	0.000042	0.000460	2173
055.Bor_3MW	5144.5	304.0	0.000003	0.000003	0.000404	0.000040	0.000449	2227
056.Bor_3MW	5145.8	302.9	0.000003	0.000004	0.000418	0.000038	0.000463	2161
057.Bor_3MW	5146.1	302.7	0.000005	0.000004	0.000425	0.000037	0.000471	2121
058.Bor_3MW	5146.4	302.4	0.000007	0.000011	0.000435	0.000038	0.000492	2034
059.Bor_3MW	5146.7	302.2	0.000011	0.000034	0.000450	0.000039	0.000534	1873
060.Bor_3MW	5147.1	301.9	0.000021	0.000117	0.000465	0.000040	0.000643	1555
061.Bor_3MW	5141.9	306.8	0.000122	0.000752	0.000435	0.000057	0.001366	732
062.Bor_3MW	5142.2	306.5	0.000063	0.000403	0.000416	0.000054	0.000935	1069
063.Bor_3MW	5142.5	306.2	0.000044	0.000199	0.000413	0.000054	0.000710	1409
064.Bor_3MW	5142.8	306.0	0.000032	0.000098	0.000413	0.000051	0.000594	1684
065.Bor_3MW	5143.1	305.8	0.000022	0.000043	0.000408	0.000047	0.000520	1923
066.Bor_3MW	5143.4	305.5	0.000016	0.000020	0.000418	0.000046	0.000499	2004
067.Bor_3MW	5143.7	305.2	0.000011	0.000014	0.000408	0.000045	0.000478	2092
068.Bor_3MW	5144.1	305.0	0.000008	0.000010	0.000406	0.000044	0.000468	2135
069.Bor_3MW	5144.4	304.7	0.000006	0.000008	0.000409	0.000042	0.000465	2149
070.Bor_3MW	5144.7	304.4	0.000005	0.000007	0.000413	0.000042	0.000466	2144

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
071.Bor_3MW	5145.0	304.2	0.000004	0.000008	0.000411	0.000041	0.000464	2156
072.Bor_3MW	5146.3	303.2	0.000006	0.000014	0.000431	0.000039	0.000490	2041
073.Bor_3MW	5146.6	302.9	0.000009	0.000014	0.000442	0.000038	0.000503	1986
074.Bor_3MW	5146.9	302.7	0.000014	0.000040	0.000457	0.000039	0.000550	1819
075.Bor_3MW	5147.2	302.4	0.000029	0.000141	0.000472	0.000040	0.000681	1468
076.Bor_3MW	5141.7	307.5	0.000217	0.000856	0.000447	0.000061	0.001581	633
077.Bor_3MW	5142.0	307.3	0.000137	0.000475	0.000438	0.000058	0.001108	902
078.Bor_3MW	5142.3	307.0	0.000086	0.000291	0.000426	0.000056	0.000859	1164
079.Bor_3MW	5142.6	306.8	0.000061	0.000202	0.000430	0.000054	0.000747	1339
080.Bor_3MW	5143.0	306.5	0.000046	0.000145	0.000424	0.000051	0.000667	1500
081.Bor_3MW	5143.3	306.2	0.000033	0.000105	0.000418	0.000049	0.000604	1655
082.Bor_3MW	5143.6	306.0	0.000021	0.000075	0.000421	0.000048	0.000565	1770
083.Bor_3MW	5143.9	305.8	0.000015	0.000052	0.000414	0.000047	0.000528	1895
084.Bor_3MW	5144.2	305.5	0.000011	0.000036	0.000418	0.000046	0.000510	1960
085.Bor_3MW	5144.5	305.2	0.000009	0.000028	0.000418	0.000045	0.000500	2000
086.Bor_3MW	5144.9	305.0	0.000007	0.000026	0.000414	0.000044	0.000491	2036
087.Bor_3MW	5145.2	304.7	0.000006	0.000026	0.000418	0.000044	0.000494	2023
088.Bor_3MW	5146.7	303.4	0.000012	0.000048	0.000452	0.000040	0.000552	1811
089.Bor_3MW	5147.1	303.2	0.000019	0.000055	0.000464	0.000039	0.000576	1737
090.Bor_3MW	5147.4	302.9	0.000032	0.000173	0.000482	0.000040	0.000727	1376
091.Bor_3MW	5147.7	302.7	0.000124	0.000522	0.000509	0.000043	0.001198	835
092.Bor_3MW	5142.5	307.5	0.000134	0.000773	0.000444	0.000057	0.001408	710
093.Bor_3MW	5142.8	307.3	0.000086	0.000578	0.000446	0.000056	0.001165	858
094.Bor_3MW	5143.1	307.0	0.000063	0.000441	0.000443	0.000054	0.001001	999
095.Bor_3MW	5143.4	306.8	0.000046	0.000325	0.000438	0.000053	0.000862	1160
096.Bor_3MW	5143.7	306.5	0.000031	0.000234	0.000445	0.000052	0.000762	1313
097.Bor_3MW	5144.1	306.2	0.000021	0.000173	0.000422	0.000050	0.000666	1501
098.Bor_3MW	5144.4	306.0	0.000015	0.000123	0.000425	0.000048	0.000612	1634
099.Bor_3MW	5144.7	305.8	0.000011	0.000090	0.000418	0.000047	0.000566	1765
100.Bor_3MW	5145.0	305.5	0.000009	0.000083	0.000422	0.000046	0.000560	1785
101.Bor_3MW	5145.3	305.2	0.000007	0.000084	0.000426	0.000046	0.000563	1776
102.Bor_3MW	5146.3	304.4	0.000010	0.000127	0.000441	0.000044	0.000622	1608
103.Bor_3MW	5147.5	303.4	0.000047	0.000213	0.000501	0.000040	0.000802	1248
104.Bor_3MW	5147.8	303.2	0.000202	0.000630	0.000535	0.000042	0.001409	710
105.Bor_3MW	5143.9	307.0	0.000045	0.000666	0.000439	0.000053	0.001202	832
106.Bor_3MW	5144.2	306.8	0.000030	0.000488	0.000433	0.000051	0.001002	998
107.Bor_3MW	5144.5	306.5	0.000021	0.000368	0.000433	0.000051	0.000872	1147
108.Bor_3MW	5144.9	306.2	0.000016	0.000276	0.000428	0.000049	0.000769	1300
109.Bor_3MW	5145.2	306.0	0.000013	0.000262	0.000434	0.000049	0.000758	1320
110.Bor_3MW	5145.5	305.8	0.000012	0.000258	0.000435	0.000047	0.000751	1331
111.Bor_3MW	5146.4	305.0	0.000018	0.000385	0.000460	0.000046	0.000909	1100
112.Bor_3MW	5146.7	304.7	0.000026	0.000437	0.000474	0.000045	0.000982	1018
113.Bor_3MW	5148.0	303.7	0.000328	0.000761	0.000562	0.000043	0.001695	590
114.Bor_3MW	5145.0	306.8	0.000023	0.000804	0.000449	0.000050	0.001327	754
115.Bor_3MW	5145.3	306.5	0.000019	0.000798	0.000451	0.000050	0.001319	758
116.Bor_3MW	5145.6	306.2	0.000018	0.000786	0.000456	0.000050	0.001310	763
117.Bor_3MW	5135.7	301.6	0.000007	0.000590	0.000341	0.000072	0.001009	991
118.Bor_3MW	5136.0	301.6	0.000006	0.000227	0.000335	0.000064	0.000632	1582
119.Bor_3MW	5136.4	301.6	0.000005	0.000076	0.000332	0.000059	0.000473	2115
120.Bor_3MW	5136.8	301.7	0.000004	0.000027	0.000325	0.000055	0.000412	2430
121.Bor_3MW	5137.2	301.7	0.000004	0.000009	0.000323	0.000052	0.000388	2580
122.Bor_3MW	5137.6	301.7	0.000003	0.000003	0.000330	0.000050	0.000386	2588
123.Bor_3MW	5138.0	301.8	0.000003	0.000001	0.000334	0.000046	0.000384	2605
124.Bor_3MW	5135.2	302.2	0.000015	0.000692	0.000349	0.000075	0.001130	885
125.Bor_3MW	5135.6	302.2	0.000013	0.000267	0.000349	0.000067	0.000695	1439

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
126.Bor_3MW	5136.0	302.2	0.000010	0.000096	0.000345	0.000061	0.000513	1951
127.Bor_3MW	5136.4	302.3	0.000008	0.000033	0.000334	0.000057	0.000433	2312
128.Bor_3MW	5136.8	302.3	0.000007	0.000011	0.000326	0.000053	0.000398	2512
129.Bor_3MW	5137.2	302.3	0.000006	0.000004	0.000332	0.000052	0.000394	2537
130.Bor_3MW	5137.6	302.4	0.000005	0.000001	0.000337	0.000049	0.000392	2548
131.Bor_3MW	5138.0	302.4	0.000005	0.000000	0.000332	0.000045	0.000383	2614
132.Bor_3MW	5138.4	302.5	0.000004	0.000000	0.000338	0.000042	0.000384	2606
133.Bor_3MW	5138.8	302.5	0.000004	0.000000	0.000345	0.000041	0.000390	2564
134.Bor_3MW	5139.1	302.5	0.000004	0.000000	0.000356	0.000042	0.000402	2487
135.Bor_3MW	5139.5	302.6	0.000004	0.000000	0.000370	0.000044	0.000417	2397
136.Bor_3MW	5139.9	302.6	0.000003	0.000002	0.000342	0.000045	0.000393	2547
137.Bor_3MW	5140.3	302.6	0.000003	0.000007	0.000346	0.000046	0.000403	2484
138.Bor_3MW	5134.8	302.8	0.000033	0.000832	0.000366	0.000076	0.001308	765
139.Bor_3MW	5135.2	302.8	0.000025	0.000319	0.000356	0.000068	0.000769	1301
140.Bor_3MW	5135.6	302.8	0.000021	0.000117	0.000355	0.000064	0.000556	1798
141.Bor_3MW	5136.0	302.9	0.000018	0.000040	0.000347	0.000059	0.000465	2152
142.Bor_3MW	5136.4	302.9	0.000014	0.000014	0.000343	0.000055	0.000425	2351
143.Bor_3MW	5136.8	302.9	0.000012	0.000005	0.000335	0.000053	0.000405	2466
144.Bor_3MW	5137.2	302.9	0.000010	0.000002	0.000340	0.000051	0.000403	2483
145.Bor_3MW	5137.6	303.0	0.000009	0.000001	0.000341	0.000047	0.000398	2512
146.Bor_3MW	5138.0	303.1	0.000008	0.000000	0.000340	0.000046	0.000394	2539
147.Bor_3MW	5138.3	303.1	0.000007	0.000000	0.000344	0.000044	0.000395	2529
148.Bor_3MW	5138.7	303.1	0.000006	0.000000	0.000355	0.000044	0.000405	2470
149.Bor_3MW	5139.1	303.2	0.000006	0.000000	0.000368	0.000045	0.000418	2391
150.Bor_3MW	5139.5	303.2	0.000005	0.000001	0.000356	0.000045	0.000407	2457
151.Bor_3MW	5139.9	303.2	0.000005	0.000003	0.000344	0.000046	0.000398	2510
152.Bor_3MW	5140.3	303.2	0.000005	0.000014	0.000358	0.000047	0.000425	2355
153.Bor_3MW	5140.7	303.3	0.000005	0.000049	0.000352	0.000050	0.000456	2195
154.Bor_3MW	5141.1	303.4	0.000005	0.000165	0.000353	0.000051	0.000574	1743
155.Bor_3MW	5134.4	303.4	0.000094	0.000964	0.000402	0.000077	0.001536	651
156.Bor_3MW	5134.8	303.4	0.000059	0.000405	0.000381	0.000070	0.000916	1092
157.Bor_3MW	5135.2	303.4	0.000045	0.000161	0.000368	0.000064	0.000638	1568
158.Bor_3MW	5135.6	303.4	0.000035	0.000060	0.000361	0.000061	0.000517	1935
159.Bor_3MW	5136.0	303.5	0.000030	0.000025	0.000354	0.000057	0.000466	2146
160.Bor_3MW	5136.4	303.5	0.000025	0.000012	0.000348	0.000056	0.000440	2272
161.Bor_3MW	5136.8	303.5	0.000022	0.000005	0.000347	0.000055	0.000430	2327
162.Bor_3MW	5137.1	303.6	0.000018	0.000003	0.000353	0.000054	0.000428	2337
163.Bor_3MW	5137.5	303.7	0.000015	0.000002	0.000348	0.000051	0.000417	2397
164.Bor_3MW	5137.9	303.7	0.000013	0.000002	0.000355	0.000049	0.000418	2391
165.Bor_3MW	5138.3	303.7	0.000011	0.000001	0.000356	0.000048	0.000416	2404
166.Bor_3MW	5138.7	303.7	0.000010	0.000001	0.000373	0.000046	0.000430	2325
167.Bor_3MW	5139.1	303.8	0.000010	0.000001	0.000374	0.000046	0.000430	2328
168.Bor_3MW	5139.5	303.8	0.000009	0.000001	0.000355	0.000045	0.000411	2431
169.Bor_3MW	5139.9	303.8	0.000008	0.000006	0.000352	0.000047	0.000413	2419
170.Bor_3MW	5140.3	303.9	0.000008	0.000025	0.000356	0.000049	0.000438	2281
171.Bor_3MW	5140.7	303.9	0.000008	0.000087	0.000356	0.000052	0.000503	1989
172.Bor_3MW	5141.0	304.0	0.000008	0.000291	0.000365	0.000052	0.000716	1396
173.Bor_3MW	5134.8	304.0	0.000114	0.000948	0.000399	0.000075	0.001537	650
174.Bor_3MW	5135.2	304.0	0.000074	0.000390	0.000385	0.000068	0.000918	1090
175.Bor_3MW	5135.6	304.1	0.000060	0.000160	0.000375	0.000064	0.000658	1519
176.Bor_3MW	5136.0	304.1	0.000050	0.000076	0.000369	0.000062	0.000557	1795
177.Bor_3MW	5136.3	304.1	0.000042	0.000035	0.000358	0.000058	0.000494	2026
178.Bor_3MW	5136.7	304.2	0.000038	0.000017	0.000359	0.000054	0.000467	2142
179.Bor_3MW	5137.1	304.2	0.000032	0.000012	0.000361	0.000055	0.000460	2175
180.Bor_3MW	5137.5	304.3	0.000028	0.000010	0.000358	0.000054	0.000450	2223

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
181.Bor_3MW	5137.9	304.3	0.000025	0.000007	0.000353	0.000053	0.000438	2283
182.Bor_3MW	5138.3	304.3	0.000021	0.000005	0.000365	0.000051	0.000443	2257
183.Bor_3MW	5138.7	304.4	0.000020	0.000004	0.000378	0.000049	0.000450	2223
184.Bor_3MW	5139.1	304.4	0.000017	0.000003	0.000362	0.000048	0.000430	2324
185.Bor_3MW	5139.5	304.4	0.000017	0.000003	0.000358	0.000047	0.000425	2353
186.Bor_3MW	5139.9	304.5	0.000014	0.000012	0.000383	0.000048	0.000456	2192
187.Bor_3MW	5140.2	304.5	0.000014	0.000048	0.000359	0.000051	0.000472	2119
188.Bor_3MW	5140.6	304.6	0.000014	0.000155	0.000365	0.000053	0.000586	1707
189.Bor_3MW	5141.0	304.6	0.000015	0.000481	0.000377	0.000055	0.000928	1077
190.Bor_3MW	5135.2	304.7	0.000152	0.000813	0.000406	0.000072	0.001443	693
191.Bor_3MW	5135.5	304.7	0.000108	0.000432	0.000390	0.000067	0.000999	1001
192.Bor_3MW	5135.9	304.7	0.000088	0.000211	0.000382	0.000065	0.000747	1339
193.Bor_3MW	5136.3	304.8	0.000072	0.000102	0.000375	0.000062	0.000612	1635
194.Bor_3MW	5136.7	304.8	0.000065	0.000057	0.000376	0.000060	0.000559	1790
195.Bor_3MW	5137.1	304.9	0.000059	0.000047	0.000373	0.000059	0.000537	1863
196.Bor_3MW	5137.5	304.9	0.000054	0.000038	0.000369	0.000057	0.000519	1927
197.Bor_3MW	5137.9	304.9	0.000046	0.000031	0.000372	0.000055	0.000505	1979
198.Bor_3MW	5138.3	305.0	0.000042	0.000022	0.000382	0.000053	0.000499	2003
199.Bor_3MW	5138.7	305.0	0.000039	0.000017	0.000380	0.000050	0.000485	2060
200.Bor_3MW	5139.0	305.0	0.000037	0.000013	0.000363	0.000051	0.000464	2154
201.Bor_3MW	5139.4	305.0	0.000031	0.000013	0.000386	0.000050	0.000480	2083
202.Bor_3MW	5139.8	305.1	0.000029	0.000022	0.000374	0.000050	0.000475	2104
203.Bor_3MW	5140.2	305.2	0.000026	0.000087	0.000371	0.000054	0.000538	1859
204.Bor_3MW	5140.6	305.2	0.000026	0.000274	0.000376	0.000055	0.000730	1370
205.Bor_3MW	5141.0	305.2	0.000028	0.000809	0.000395	0.000059	0.001292	774
206.Bor_3MW	5135.9	305.3	0.000161	0.000558	0.000397	0.000067	0.001183	845
207.Bor_3MW	5136.3	305.4	0.000143	0.000287	0.000394	0.000063	0.000887	1128
208.Bor_3MW	5136.7	305.5	0.000130	0.000203	0.000401	0.000064	0.000797	1254
209.Bor_3MW	5137.1	305.5	0.000123	0.000168	0.000390	0.000062	0.000744	1344
210.Bor_3MW	5137.5	305.5	0.000115	0.000142	0.000388	0.000061	0.000706	1416
211.Bor_3MW	5137.9	305.5	0.000100	0.000120	0.000395	0.000060	0.000675	1482
212.Bor_3MW	5138.3	305.6	0.000091	0.000100	0.000404	0.000058	0.000652	1533
213.Bor_3MW	5138.6	305.6	0.000079	0.000081	0.000385	0.000057	0.000603	1659
214.Bor_3MW	5139.0	305.6	0.000073	0.000066	0.000375	0.000055	0.000568	1760
215.Bor_3MW	5139.4	305.7	0.000060	0.000064	0.000376	0.000055	0.000554	1806
216.Bor_3MW	5139.8	305.8	0.000057	0.000088	0.000375	0.000055	0.000575	1738
217.Bor_3MW	5140.2	305.8	0.000053	0.000159	0.000385	0.000056	0.000653	1531
218.Bor_3MW	5140.6	305.8	0.000052	0.000492	0.000400	0.000060	0.001003	997
219.Bor_3MW	5136.3	306.0	0.000400	0.000766	0.000426	0.000066	0.001658	603
220.Bor_3MW	5136.7	306.1	0.000329	0.000657	0.000412	0.000065	0.001463	684
221.Bor_3MW	5137.1	306.1	0.000302	0.000575	0.000406	0.000066	0.001348	742
222.Bor_3MW	5137.4	306.1	0.000265	0.000511	0.000409	0.000066	0.001251	799
223.Bor_3MW	5137.8	306.2	0.000254	0.000434	0.000417	0.000064	0.001169	855
224.Bor_3MW	5138.2	306.2	0.000217	0.000365	0.000419	0.000064	0.001064	940
225.Bor_3MW	5138.6	306.2	0.000187	0.000308	0.000398	0.000063	0.000956	1046
226.Bor_3MW	5139.0	306.3	0.000160	0.000254	0.000398	0.000061	0.000872	1147
227.Bor_3MW	5139.4	306.3	0.000135	0.000251	0.000394	0.000061	0.000840	1190
228.Bor_3MW	5139.8	306.4	0.000124	0.000281	0.000389	0.000061	0.000855	1170
229.Bor_3MW	5140.2	306.4	0.000107	0.000489	0.000404	0.000062	0.001061	942
230.Bor_3MW	5140.6	306.4	0.000102	0.000841	0.000418	0.000064	0.001425	702
231.Bor_3MW	5139.0	306.9	0.000414	0.000868	0.000411	0.000068	0.001761	568
232.Bor_3MW	5139.4	307.0	0.000344	0.000866	0.000412	0.000068	0.001690	592
233.Bor_3MW	5139.8	307.0	0.000284	0.000814	0.000417	0.000066	0.001581	632
234.Bor_3MW	5139.8	254.3	0.000000	0.001092	0.000336	0.000073	0.001501	666
235.Bor_3MW	5140.2	254.1	0.000000	0.000564	0.000344	0.000065	0.000974	1027

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
236.Bor_3MW	5140.6	253.9	0.000000	0.000271	0.000354	0.000060	0.000685	1461
237.Bor_3MW	5139.5	255.1	0.000000	0.000739	0.000329	0.000070	0.001138	878
238.Bor_3MW	5139.9	254.9	0.000000	0.000382	0.000337	0.000064	0.000783	1278
239.Bor_3MW	5140.3	254.7	0.000000	0.000181	0.000346	0.000059	0.000586	1708
240.Bor_3MW	5140.7	254.6	0.000000	0.000082	0.000352	0.000054	0.000488	2051
241.Bor_3MW	5141.1	254.4	0.000000	0.000038	0.000356	0.000051	0.000445	2250
242.Bor_3MW	5139.6	255.7	0.000000	0.000251	0.000331	0.000061	0.000644	1553
243.Bor_3MW	5140.0	255.6	0.000000	0.000120	0.000337	0.000058	0.000515	1940
244.Bor_3MW	5140.4	255.4	0.000000	0.000055	0.000343	0.000053	0.000451	2217
245.Bor_3MW	5140.8	255.2	0.000000	0.000025	0.000346	0.000050	0.000422	2369
246.Bor_3MW	5141.1	255.1	0.000000	0.000012	0.000356	0.000048	0.000415	2410
247.Bor_3MW	5141.5	254.9	0.000000	0.000005	0.000363	0.000046	0.000414	2413
248.Bor_3MW	5138.5	256.8	0.000000	0.000623	0.000333	0.000067	0.001023	978
249.Bor_3MW	5138.9	256.6	0.000000	0.000311	0.000325	0.000061	0.000697	1434
250.Bor_3MW	5140.1	256.2	0.000000	0.000034	0.000334	0.000052	0.000419	2385
251.Bor_3MW	5140.5	256.0	0.000000	0.000016	0.000340	0.000049	0.000406	2463
252.Bor_3MW	5140.9	255.9	0.000000	0.000008	0.000345	0.000048	0.000401	2495
253.Bor_3MW	5141.3	255.7	0.000000	0.000003	0.000352	0.000046	0.000402	2487
254.Bor_3MW	5141.6	255.6	0.000000	0.000001	0.000369	0.000043	0.000414	2416
255.Bor_3MW	5142.0	255.4	0.000000	0.000001	0.000372	0.000040	0.000413	2420
256.Bor_3MW	5137.8	257.7	0.000001	0.000662	0.000326	0.000065	0.001053	950
257.Bor_3MW	5138.2	257.6	0.000000	0.000343	0.000327	0.000062	0.000732	1365
258.Bor_3MW	5138.6	257.4	0.000000	0.000181	0.000324	0.000058	0.000564	1774
259.Bor_3MW	5139.0	257.2	0.000000	0.000087	0.000323	0.000054	0.000465	2152
260.Bor_3MW	5139.4	257.1	0.000000	0.000039	0.000331	0.000052	0.000422	2370
261.Bor_3MW	5140.6	256.6	0.000000	0.000004	0.000339	0.000047	0.000391	2561
262.Bor_3MW	5141.0	256.5	0.000000	0.000002	0.000348	0.000046	0.000397	2522
263.Bor_3MW	5141.3	256.3	0.000000	0.000001	0.000358	0.000042	0.000402	2490
264.Bor_3MW	5141.7	256.2	0.000000	0.000001	0.000364	0.000041	0.000407	2459
265.Bor_3MW	5142.1	256.0	0.000000	0.000002	0.000366	0.000043	0.000411	2432
266.Bor_3MW	5137.1	258.7	0.000001	0.000731	0.000322	0.000063	0.001117	895
267.Bor_3MW	5137.5	258.5	0.000000	0.000377	0.000323	0.000060	0.000760	1316
268.Bor_3MW	5137.9	258.4	0.000001	0.000198	0.000322	0.000058	0.000578	1729
269.Bor_3MW	5138.3	258.2	0.000000	0.000100	0.000321	0.000055	0.000476	2099
270.Bor_3MW	5138.7	258.0	0.000000	0.000046	0.000328	0.000052	0.000426	2350
271.Bor_3MW	5139.1	257.9	0.000000	0.000019	0.000332	0.000051	0.000402	2490
272.Bor_3MW	5139.5	257.7	0.000000	0.000009	0.000338	0.000049	0.000397	2522
273.Bor_3MW	5139.9	257.6	0.000000	0.000005	0.000330	0.000047	0.000382	2615
274.Bor_3MW	5141.1	257.1	0.000000	0.000001	0.000351	0.000042	0.000394	2539
275.Bor_3MW	5141.4	256.9	0.000000	0.000001	0.000358	0.000042	0.000401	2494
276.Bor_3MW	5141.8	256.8	0.000000	0.000002	0.000356	0.000044	0.000402	2489
277.Bor_3MW	5142.2	256.6	0.000000	0.000005	0.000354	0.000045	0.000404	2473
278.Bor_3MW	5142.6	256.5	0.000000	0.000012	0.000364	0.000044	0.000420	2379
279.Bor_3MW	5136.8	259.5	0.000001	0.000580	0.000323	0.000064	0.000969	1033
280.Bor_3MW	5137.2	259.3	0.000001	0.000270	0.000320	0.000059	0.000650	1540
281.Bor_3MW	5137.6	259.2	0.000001	0.000126	0.000319	0.000057	0.000503	1990
282.Bor_3MW	5138.0	259.0	0.000001	0.000061	0.000328	0.000052	0.000442	2264
283.Bor_3MW	5138.4	258.8	0.000001	0.000025	0.000322	0.000049	0.000396	2523
284.Bor_3MW	5138.8	258.7	0.000000	0.000011	0.000338	0.000048	0.000397	2518
285.Bor_3MW	5139.2	258.5	0.000000	0.000005	0.000335	0.000048	0.000388	2577
286.Bor_3MW	5139.6	258.4	0.000000	0.000003	0.000329	0.000046	0.000378	2646
287.Bor_3MW	5140.0	258.2	0.000000	0.000001	0.000331	0.000045	0.000377	2651
288.Bor_3MW	5140.4	258.0	0.000000	0.000001	0.000337	0.000043	0.000382	2620
289.Bor_3MW	5141.5	257.6	0.000000	0.000002	0.000350	0.000045	0.000397	2517
290.Bor_3MW	5141.9	257.4	0.000000	0.000005	0.000345	0.000046	0.000397	2519

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
291.Bor_3MW	5142.3	257.2	0.000000	0.000013	0.000354	0.000046	0.000414	2417
292.Bor_3MW	5142.7	257.1	0.000000	0.000036	0.000362	0.000046	0.000445	2248
293.Bor_3MW	5136.2	300.4	0.000002	0.000922	0.000328	0.000074	0.001326	754
294.Bor_3MW	5136.6	300.2	0.000001	0.000420	0.000326	0.000065	0.000812	1232
295.Bor_3MW	5136.9	300.1	0.000001	0.000191	0.000323	0.000059	0.000575	1740
296.Bor_3MW	5137.3	259.9	0.000001	0.000089	0.000324	0.000056	0.000470	2130
297.Bor_3MW	5137.7	259.8	0.000001	0.000041	0.000320	0.000052	0.000413	2420
298.Bor_3MW	5138.1	259.6	0.000001	0.000017	0.000323	0.000051	0.000391	2558
299.Bor_3MW	5138.5	259.5	0.000001	0.000007	0.000330	0.000047	0.000384	2601
300.Bor_3MW	5138.9	259.3	0.000001	0.000003	0.000334	0.000045	0.000382	2616
301.Bor_3MW	5139.3	259.2	0.000000	0.000001	0.000335	0.000045	0.000383	2614
302.Bor_3MW	5139.7	259.0	0.000000	0.000001	0.000336	0.000045	0.000382	2617
303.Bor_3MW	5140.1	258.9	0.000000	0.000000	0.000340	0.000043	0.000384	2605
304.Bor_3MW	5140.5	258.7	0.000000	0.000000	0.000357	0.000042	0.000399	2504
305.Bor_3MW	5140.9	258.5	0.000000	0.000001	0.000355	0.000043	0.000399	2506
306.Bor_3MW	5142.0	258.1	0.000000	0.000014	0.000344	0.000048	0.000406	2461
307.Bor_3MW	5142.4	257.9	0.000000	0.000037	0.000352	0.000048	0.000437	2286
308.Bor_3MW	5142.8	257.7	0.000001	0.000111	0.000360	0.000049	0.000521	1919
309.Bor_3MW	5143.2	257.6	0.000004	0.000298	0.000370	0.000052	0.000724	1381
310.Bor_3MW	5137.4	300.5	0.000001	0.000029	0.000317	0.000054	0.000401	2493
311.Bor_3MW	5137.8	300.4	0.000001	0.000012	0.000318	0.000050	0.000382	2620
312.Bor_3MW	5138.2	300.2	0.000001	0.000005	0.000329	0.000047	0.000382	2615
313.Bor_3MW	5138.6	300.1	0.000001	0.000002	0.000334	0.000045	0.000382	2620
314.Bor_3MW	5139.0	259.9	0.000001	0.000001	0.000332	0.000044	0.000377	2652
315.Bor_3MW	5139.4	259.8	0.000001	0.000000	0.000340	0.000044	0.000385	2596
316.Bor_3MW	5139.8	259.6	0.000001	0.000000	0.000351	0.000043	0.000395	2535
317.Bor_3MW	5140.2	259.5	0.000000	0.000000	0.000352	0.000041	0.000393	2542
318.Bor_3MW	5140.6	259.3	0.000000	0.000000	0.000354	0.000043	0.000397	2516
319.Bor_3MW	5140.9	259.2	0.000000	0.000002	0.000348	0.000044	0.000394	2537
320.Bor_3MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000005	0.000337	0.000047	0.000389	2572
321.Bor_3MW	5142.5	258.5	0.000001	0.000109	0.000355	0.000050	0.000515	1942
322.Bor_3MW	5142.9	258.4	0.000003	0.000297	0.000364	0.000053	0.000717	1395
323.Bor_3MW	5138.3	300.9	0.000001	0.000001	0.000333	0.000046	0.000382	2619
324.Bor_3MW	5138.7	300.7	0.000001	0.000001	0.000336	0.000044	0.000381	2622
325.Bor_3MW	5139.1	300.5	0.000001	0.000000	0.000346	0.000044	0.000391	2559
326.Bor_3MW	5139.5	300.4	0.000001	0.000000	0.000338	0.000042	0.000381	2623
327.Bor_3MW	5139.9	300.2	0.000001	0.000000	0.000348	0.000041	0.000390	2563
328.Bor_3MW	5140.3	300.1	0.000001	0.000000	0.000360	0.000042	0.000403	2483
329.Bor_3MW	5140.7	259.9	0.000001	0.000001	0.000345	0.000044	0.000391	2558
330.Bor_3MW	5141.0	259.8	0.000000	0.000004	0.000335	0.000046	0.000386	2592
331.Bor_3MW	5141.4	259.6	0.000000	0.000012	0.000350	0.000047	0.000410	2436
332.Bor_3MW	5141.8	259.5	0.000000	0.000035	0.000343	0.000049	0.000427	2340
333.Bor_3MW	5139.2	301.2	0.000001	0.000000	0.000338	0.000041	0.000381	2627
334.Bor_3MW	5139.6	301.0	0.000001	0.000000	0.000348	0.000042	0.000392	2554
335.Bor_3MW	5140.0	300.9	0.000001	0.000000	0.000370	0.000043	0.000415	2411
336.Bor_3MW	5140.4	300.7	0.000001	0.000001	0.000348	0.000044	0.000394	2540
337.Bor_3MW	5140.8	300.5	0.000001	0.000004	0.000337	0.000045	0.000386	2588
338.Bor_3MW	5141.1	300.4	0.000001	0.000011	0.000350	0.000047	0.000409	2445
339.Bor_3MW	5141.5	300.2	0.000001	0.000032	0.000343	0.000048	0.000423	2362
340.Bor_3MW	5141.9	300.1	0.000001	0.000091	0.000342	0.000049	0.000483	2070
341.Bor_3MW	5142.3	259.9	0.000002	0.000260	0.000348	0.000053	0.000663	1509
342.Bor_3MW	5140.5	301.4	0.000001	0.000003	0.000338	0.000044	0.000386	2589
343.Bor_3MW	5140.8	301.2	0.000001	0.000010	0.000348	0.000046	0.000405	2469
344.Bor_3MW	5141.2	301.0	0.000001	0.000028	0.000342	0.000049	0.000419	2384
345.Bor_3MW	5141.6	300.9	0.000001	0.000081	0.000343	0.000049	0.000474	2112

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
346.Bor_3MW	5142.0	300.7	0.000002	0.000239	0.000343	0.000052	0.000636	1573
347.Bor_3MW	5142.4	300.6	0.000007	0.000611	0.000350	0.000055	0.001023	977
348.Bor_3MW	5141.3	301.7	0.000001	0.000072	0.000344	0.000050	0.000468	2137
349.Bor_3MW	5141.7	301.5	0.000002	0.000210	0.000349	0.000051	0.000612	1635
350.Bor_3MW	5142.1	301.4	0.000005	0.000569	0.000352	0.000055	0.000981	1020
351.Bor_3MW	5147.2	259.6	0.000041	0.000702	0.000489	0.000043	0.001275	784
352.Bor_3MW	5145.3	250.1	0.000035	0.000520	0.000520	0.000044	0.001120	893
353.Bor_3MW	5145.4	250.7	0.000042	0.000537	0.000515	0.000045	0.001139	878
354.Bor_3MW	5145.5	251.3	0.000052	0.000555	0.000509	0.000046	0.001163	860
355.Bor_3MW	5145.9	253.7	0.000052	0.000490	0.000489	0.000046	0.001077	929
356.Bor_3MW	5146.0	254.3	0.000036	0.000406	0.000478	0.000045	0.000965	1036
357.Bor_3MW	5146.1	254.9	0.000029	0.000366	0.000474	0.000044	0.000914	1094
358.Bor_3MW	5146.2	255.5	0.000027	0.000325	0.000477	0.000044	0.000873	1146
359.Bor_3MW	5146.3	256.1	0.000025	0.000295	0.000478	0.000044	0.000841	1189
360.Bor_3MW	5146.4	256.7	0.000023	0.000291	0.000472	0.000044	0.000830	1205
361.Bor_3MW	5146.4	257.3	0.000023	0.000284	0.000481	0.000043	0.000832	1203
362.Bor_3MW	5146.5	257.9	0.000022	0.000300	0.000460	0.000043	0.000825	1212
363.Bor_3MW	5146.6	258.5	0.000021	0.000272	0.000459	0.000042	0.000795	1257
364.Bor_3MW	5146.7	259.1	0.000021	0.000249	0.000461	0.000042	0.000773	1293
365.Bor_3MW	5144.4	246.6	0.000018	0.000518	0.000569	0.000044	0.001150	870
366.Bor_3MW	5144.5	247.2	0.000017	0.000410	0.000556	0.000044	0.001027	974
367.Bor_3MW	5144.6	247.8	0.000015	0.000349	0.000548	0.000043	0.000954	1048
368.Bor_3MW	5144.7	248.4	0.000016	0.000280	0.000531	0.000042	0.000868	1152
369.Bor_3MW	5144.8	249.0	0.000016	0.000236	0.000515	0.000042	0.000810	1235
370.Bor_3MW	5144.9	249.6	0.000016	0.000196	0.000504	0.000042	0.000758	1320
371.Bor_3MW	5145.0	250.2	0.000016	0.000172	0.000495	0.000042	0.000725	1379
372.Bor_3MW	5145.0	250.8	0.000017	0.000182	0.000488	0.000042	0.000729	1371
373.Bor_3MW	5145.1	251.4	0.000020	0.000232	0.000481	0.000044	0.000776	1289
374.Bor_3MW	5145.2	252.0	0.000031	0.000491	0.000478	0.000047	0.001048	954
375.Bor_3MW	5145.6	254.4	0.000052	0.000553	0.000467	0.000049	0.001120	893
376.Bor_3MW	5145.7	255.0	0.000022	0.000247	0.000458	0.000045	0.000772	1295
377.Bor_3MW	5145.8	255.6	0.000016	0.000116	0.000455	0.000043	0.000630	1586
378.Bor_3MW	5145.9	256.2	0.000014	0.000103	0.000456	0.000042	0.000616	1623
379.Bor_3MW	5146.0	256.8	0.000013	0.000098	0.000451	0.000042	0.000604	1655
380.Bor_3MW	5146.1	257.4	0.000013	0.000094	0.000448	0.000042	0.000596	1677
381.Bor_3MW	5146.2	258.0	0.000012	0.000091	0.000448	0.000041	0.000592	1688
382.Bor_3MW	5146.3	258.7	0.000012	0.000083	0.000443	0.000041	0.000580	1725
383.Bor_3MW	5144.1	247.4	0.000008	0.000344	0.000528	0.000044	0.000924	1083
384.Bor_3MW	5144.2	248.0	0.000007	0.000125	0.000519	0.000041	0.000693	1443
385.Bor_3MW	5144.3	248.6	0.000008	0.000084	0.000511	0.000041	0.000644	1553
386.Bor_3MW	5144.4	249.2	0.000007	0.000071	0.000501	0.000041	0.000620	1613
387.Bor_3MW	5144.5	249.8	0.000007	0.000059	0.000486	0.000041	0.000593	1686
388.Bor_3MW	5144.6	250.4	0.000008	0.000051	0.000476	0.000041	0.000575	1738
389.Bor_3MW	5144.7	251.0	0.000008	0.000051	0.000466	0.000041	0.000565	1769
390.Bor_3MW	5144.8	251.6	0.000009	0.000090	0.000461	0.000043	0.000603	1658
391.Bor_3MW	5144.9	252.2	0.000011	0.000196	0.000456	0.000045	0.000707	1414
392.Bor_3MW	5145.0	252.8	0.000017	0.000413	0.000453	0.000048	0.000931	1074
393.Bor_3MW	5145.4	255.8	0.000020	0.000311	0.000442	0.000048	0.000821	1218
394.Bor_3MW	5145.5	256.4	0.000010	0.000143	0.000442	0.000044	0.000639	1565
395.Bor_3MW	5145.6	257.0	0.000008	0.000065	0.000442	0.000042	0.000557	1795
396.Bor_3MW	5145.7	257.6	0.000007	0.000031	0.000436	0.000041	0.000515	1941
397.Bor_3MW	5143.8	248.2	0.000004	0.000237	0.000496	0.000043	0.000780	1282
398.Bor_3MW	5143.9	248.8	0.000003	0.000083	0.000490	0.000041	0.000617	1620
399.Bor_3MW	5144.0	249.4	0.000003	0.000026	0.000486	0.000039	0.000553	1807
400.Bor_3MW	5144.1	250.0	0.000004	0.000015	0.000475	0.000038	0.000531	1883

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
401.Bor_3MW	5144.2	250.6	0.000003	0.000013	0.000458	0.000037	0.000512	1954
402.Bor_3MW	5144.3	251.1	0.000004	0.000013	0.000452	0.000038	0.000507	1971
403.Bor_3MW	5144.4	251.7	0.000004	0.000033	0.000446	0.000041	0.000524	1907
404.Bor_3MW	5144.5	252.3	0.000005	0.000074	0.000441	0.000044	0.000563	1775
405.Bor_3MW	5144.6	252.9	0.000006	0.000165	0.000436	0.000046	0.000653	1531
406.Bor_3MW	5144.7	253.5	0.000011	0.000338	0.000435	0.000049	0.000833	1200
407.Bor_3MW	5144.8	254.1	0.000036	0.000696	0.000437	0.000053	0.001222	818
408.Bor_3MW	5145.1	256.5	0.000018	0.000401	0.000427	0.000049	0.000896	1117
409.Bor_3MW	5145.2	257.1	0.000007	0.000188	0.000429	0.000046	0.000669	1494
410.Bor_3MW	5143.5	248.3	0.000003	0.000454	0.000480	0.000045	0.000981	1019
411.Bor_3MW	5143.5	248.9	0.000002	0.000161	0.000473	0.000043	0.000679	1472
412.Bor_3MW	5143.6	249.5	0.000002	0.000055	0.000466	0.000041	0.000564	1774
413.Bor_3MW	5143.7	250.1	0.000001	0.000017	0.000462	0.000039	0.000518	1929
414.Bor_3MW	5143.8	250.7	0.000001	0.000005	0.000449	0.000036	0.000492	2034
415.Bor_3MW	5143.9	251.3	0.000002	0.000004	0.000437	0.000036	0.000478	2090
416.Bor_3MW	5144.0	251.9	0.000002	0.000009	0.000430	0.000038	0.000479	2086
417.Bor_3MW	5144.1	252.5	0.000002	0.000023	0.000427	0.000041	0.000493	2028
418.Bor_3MW	5144.2	253.1	0.000002	0.000058	0.000421	0.000044	0.000526	1902
419.Bor_3MW	5144.3	253.7	0.000003	0.000126	0.000421	0.000046	0.000597	1675
420.Bor_3MW	5144.4	254.3	0.000006	0.000294	0.000420	0.000050	0.000770	1299
421.Bor_3MW	5144.5	254.9	0.000022	0.000659	0.000421	0.000054	0.001156	865
422.Bor_3MW	5142.9	249.8	0.000001	0.000222	0.000434	0.000046	0.000702	1424
423.Bor_3MW	5143.0	250.4	0.000000	0.000080	0.000427	0.000043	0.000551	1816
424.Bor_3MW	5143.1	251.0	0.000000	0.000025	0.000424	0.000040	0.000490	2042
425.Bor_3MW	5143.2	251.6	0.000000	0.000007	0.000420	0.000038	0.000465	2150
426.Bor_3MW	5143.3	252.2	0.000000	0.000002	0.000417	0.000037	0.000456	2193
427.Bor_3MW	5143.4	252.8	0.000000	0.000002	0.000407	0.000037	0.000447	2239
428.Bor_3MW	5143.5	253.4	0.000000	0.000005	0.000398	0.000039	0.000443	2256
429.Bor_3MW	5143.6	254.0	0.000000	0.000014	0.000396	0.000042	0.000453	2208
430.Bor_3MW	5143.6	254.6	0.000001	0.000041	0.000394	0.000045	0.000481	2079
431.Bor_3MW	5143.7	255.2	0.000002	0.000111	0.000393	0.000048	0.000553	1808
432.Bor_3MW	5143.8	255.8	0.000004	0.000266	0.000393	0.000052	0.000715	1399
433.Bor_3MW	5143.9	256.4	0.000016	0.000595	0.000394	0.000055	0.001060	943
434.Bor_3MW	5142.5	250.0	0.000001	0.000402	0.000420	0.000048	0.000871	1149
435.Bor_3MW	5142.6	250.6	0.000000	0.000167	0.000414	0.000047	0.000628	1592
436.Bor_3MW	5142.7	251.2	0.000000	0.000058	0.000411	0.000044	0.000513	1949
437.Bor_3MW	5142.8	251.8	0.000000	0.000016	0.000408	0.000041	0.000465	2151
438.Bor_3MW	5142.9	252.4	0.000000	0.000005	0.000408	0.000039	0.000451	2217
439.Bor_3MW	5143.0	253.0	0.000000	0.000002	0.000403	0.000037	0.000442	2262
440.Bor_3MW	5143.1	253.6	0.000000	0.000002	0.000393	0.000039	0.000434	2306
441.Bor_3MW	5143.2	254.2	0.000000	0.000005	0.000386	0.000040	0.000430	2324
442.Bor_3MW	5143.3	254.8	0.000000	0.000013	0.000385	0.000042	0.000441	2270
443.Bor_3MW	5143.4	255.4	0.000001	0.000038	0.000383	0.000045	0.000467	2143
444.Bor_3MW	5143.5	256.0	0.000001	0.000104	0.000383	0.000048	0.000537	1864
445.Bor_3MW	5142.3	250.7	0.000000	0.000325	0.000405	0.000049	0.000779	1283
446.Bor_3MW	5142.3	251.3	0.000000	0.000121	0.000399	0.000047	0.000568	1761
447.Bor_3MW	5142.4	251.9	0.000000	0.000038	0.000394	0.000045	0.000477	2097
448.Bor_3MW	5142.5	252.5	0.000000	0.000011	0.000395	0.000042	0.000448	2233
449.Bor_3MW	5142.6	253.1	0.000000	0.000004	0.000396	0.000039	0.000440	2275
450.Bor_3MW	5142.7	253.7	0.000000	0.000001	0.000389	0.000038	0.000428	2335
451.Bor_3MW	5142.8	254.3	0.000000	0.000002	0.000382	0.000040	0.000425	2355
452.Bor_3MW	5142.9	254.9	0.000000	0.000005	0.000377	0.000041	0.000423	2363
453.Bor_3MW	5141.9	250.9	0.000000	0.000624	0.000400	0.000053	0.001076	929
454.Bor_3MW	5142.0	251.5	0.000000	0.000235	0.000392	0.000050	0.000677	1476
455.Bor_3MW	5142.1	252.1	0.000000	0.000085	0.000387	0.000048	0.000520	1923

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
456.Bor_3MW	5142.2	252.7	0.000000	0.000028	0.000386	0.000046	0.000460	2172
457.Bor_3MW	5142.3	253.3	0.000000	0.000009	0.000390	0.000043	0.000441	2266
458.Bor_3MW	5142.3	253.9	0.000000	0.000003	0.000392	0.000041	0.000436	2295
459.Bor_3MW	5142.4	254.5	0.000000	0.000001	0.000384	0.000039	0.000424	2361
460.Bor_3MW	5141.6	251.6	0.000000	0.000470	0.000386	0.000055	0.000911	1098
461.Bor_3MW	5141.7	252.2	0.000000	0.000180	0.000379	0.000052	0.000611	1636
462.Bor_3MW	5141.8	252.8	0.000000	0.000061	0.000378	0.000049	0.000488	2048
463.Bor_3MW	5141.9	253.4	0.000000	0.000020	0.000377	0.000047	0.000445	2249
464.Bor_3MW	5142.0	254.0	0.000000	0.000006	0.000376	0.000044	0.000426	2346
465.Bor_3MW	5141.3	252.4	0.000000	0.000365	0.000375	0.000057	0.000797	1254
466.Bor_3MW	5141.4	253.0	0.000000	0.000125	0.000371	0.000052	0.000549	1822
467.Bor_3MW	5141.5	253.6	0.000000	0.000043	0.000370	0.000049	0.000461	2167
Totaal per jaar			0.011262	0.082161	0.183890	0.022995	0.300309	3
Dit is eens in .. jaar			89	12	5	43	3	

Tabel D1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario C (3MW)

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	0.011261	89	0.183891	5	0.195152	5
Niet-routegebonden	0.082161	12	0.022996	43	0.105157	10
Totaal	0.093422	11	0.206887	5	0.300309	3

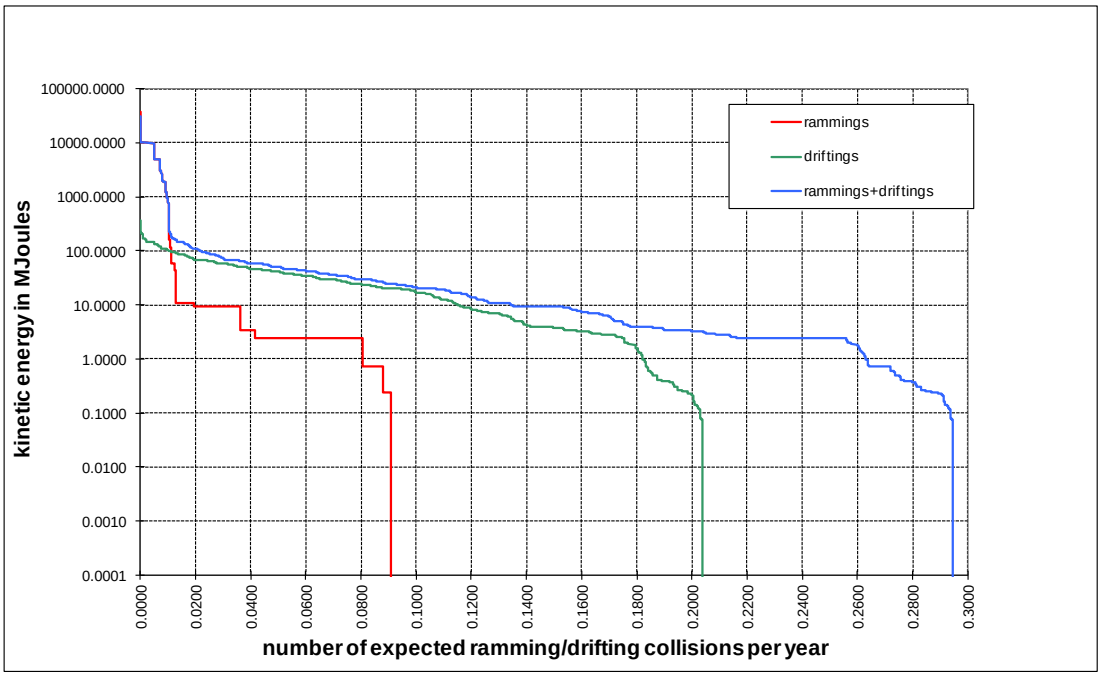
Tabel D1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000026	0.018410	0.000260	0.018696
Chemicaliëntanker	0.000034	0.033876	0.000382	0.034292
Gastanker	0.000026	0.007724	0.000444	0.008194
Container+ RoRo	0.000915	0.063403	0.008295	0.072613
Ferry	0.000008	0.001037	0.000114	0.001158
Overige R-schepen	0.000056	0.053521	0.006622	0.060199
N-schepen	0.000015	0.000002	0.105140	0.105157
alle	0.001080	0.177973	0.121256	0.300309

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel D1-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario C (3MW)

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	0.008061	0.000000	0.072581	0.010379	0.022993	0.010379	0.103635	0.114014	9
Scheef	0.000002	0.000003	0.000180	0.001165	0.065077	0.000002	0.065259	0.001170	0.066429	15
Omvallen	0.001013	0.000144	0.008981	0.000193	0.108435	0.000001	0.118428	0.000338	0.118766	8
GosMos[1]	0.000111	0.000009	0.000954	0.000013	0.000000	0.000000	0.001066	0.000022	0.001088	919
Totaal	0.001126	0.008217	0.010115	0.073952	0.183891	0.022996	0.195132	0.105164	0.300297	3



Figuur D1-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel D1-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario C (3MW)

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%	4.2%	4.2%	0.6%	7.6%	8.2%	0.6%	11.8%	12.4%
1-3	0.0%	13.1%	13.1%	6.1%	0.0%	6.2%	6.1%	13.2%	19.3%
3-5	0.0%	1.7%	1.7%	8.4%	0.0%	8.4%	8.4%	1.7%	10.1%
5-10	0.0%	5.6%	5.6%	7.8%	0.0%	7.8%	7.8%	5.6%	13.4%
10-15	0.0%	2.2%	2.2%	3.0%	0.0%	3.0%	3.0%	2.2%	5.3%
15-50	0.1%	0.0%	0.1%	22.6%	0.0%	22.6%	22.7%	0.0%	22.7%
50-100	0.0%	0.4%	0.5%	9.1%	0.0%	9.1%	9.1%	0.4%	9.5%
100-200	0.2%	0.0%	0.3%	3.4%	0.0%	3.4%	3.6%	0.0%	3.6%
>200	3.4%	0.0%	3.5%	0.3%	0.0%	0.3%	3.7%	0.0%	3.7%
Totaal	3.7%	27.4%	31.1%	61.2%	7.7%	68.9%	65.0%	35.0%	100.0%

Tabel D1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario C (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000020	49330	0.000
20-150	0.002562	390	0.228
150-750	0.004203	238	1.627
750-3000	0.002510	398	3.549
3000-10000	0.000260	3850	0.957
Totaal	0.009555	105	6.360

Tabel D1-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario C (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000260	3845	0.127
750-3000	0.000394	2540	0.907
3000-10000	0.002007	498	12.062
10000-30000	0.000346	2886	5.391
30000-100000	0.000009	116611	0.270
Totaal	0.003016	332	18.757

Tabel D1-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele Scenario C (3MW)	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
	0.009555	105	6.360	0.003016	332	18.757	80

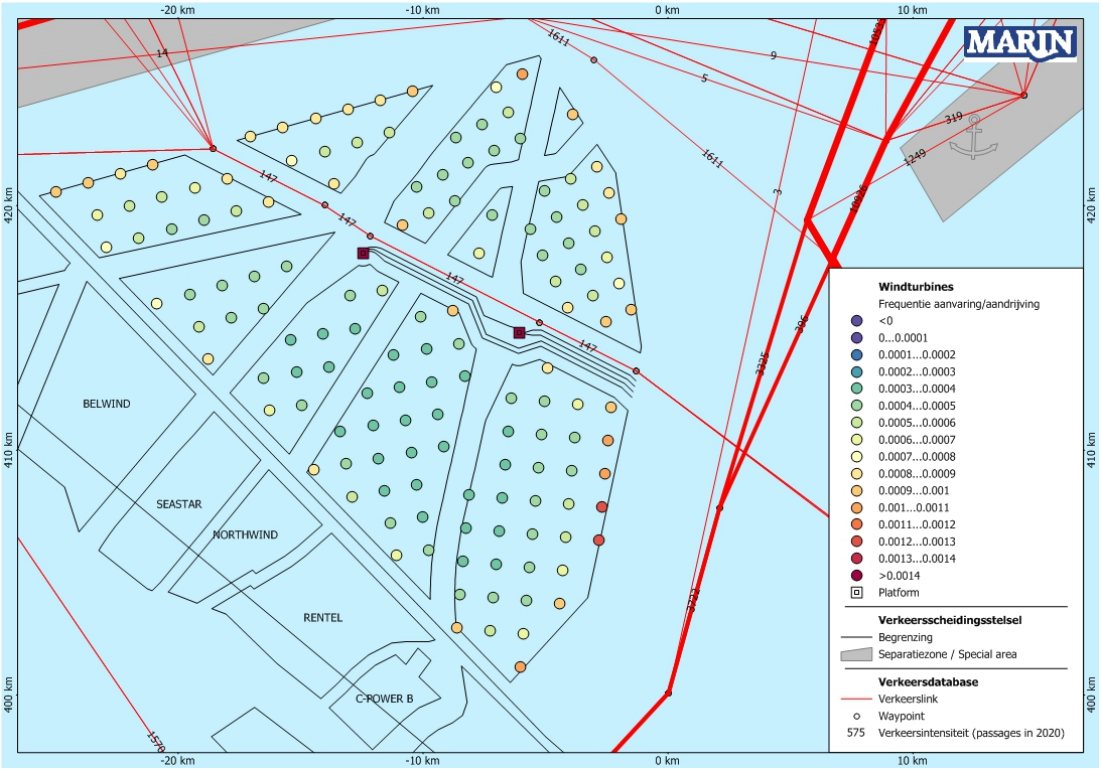
Tabel D1-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000400
Hoog ecologisch risico	0.000079
Gemiddeld ecologisch risico	0.000200
Gering ecologisch risico	0.000814
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000928
Totaal	0.002421
Eens in de … jaar	413

Tabel D1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000003	0.000024	38110	0.91	0.000024	-
Chemicaliëntanker	0.000004	0.000030	29193	1.12	0.000038	-
Gastanker	0.000005	0.000022	37972	0.73	0.000019	-
Container + RoRo	0.000092	0.000824	1092	1.61	0.001474	25240
Ferry	0.000001	0.000007	133333	47.43	0.000356	133333
Overige R-schepen	0.000007	0.000048	17940	1.01	0.000056	-
N-schepen	0.000008	0.000007	68446	0.22	0.000003	-
Totaal	0.000119	0.000961	926	1.82	0.001970	21222

Appendix D2: Resultaten 10MW-variant



Figuur D2- 1 Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario C (10MW)

Tabel D2- 1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario C (10MW)

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_10MW	5144.2	259.2	0.000011	0.000484	0.000389	0.000045	0.000929	1076
001.Bor_10MW	5144.5	300.1	0.000002	0.000104	0.000383	0.000038	0.000527	1899
002.Bor_10MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000024	0.000393	0.000034	0.000453	2206
003.Bor_10MW	5143.6	301.9	0.000004	0.000267	0.000368	0.000043	0.000683	1465
004.Bor_10MW	5144.8	301.0	0.000001	0.000016	0.000384	0.000035	0.000435	2299
005.Bor_10MW	5145.3	300.5	0.000002	0.000003	0.000396	0.000030	0.000431	2318
006.Bor_10MW	5144.5	302.3	0.000001	0.000012	0.000384	0.000035	0.000432	2317
007.Bor_10MW	5145.6	301.4	0.000002	0.000001	0.000406	0.000030	0.000439	2277
008.Bor_10MW	5146.2	301.0	0.000005	0.000007	0.000421	0.000031	0.000464	2154
009.Bor_10MW	5142.5	305.1	0.000023	0.000418	0.000391	0.000044	0.000877	1141
010.Bor_10MW	5143.1	304.6	0.000008	0.000126	0.000380	0.000041	0.000556	1800
011.Bor_10MW	5143.6	304.2	0.000004	0.000035	0.000379	0.000038	0.000456	2193
012.Bor_10MW	5144.2	303.7	0.000003	0.000009	0.000390	0.000036	0.000438	2285
013.Bor_10MW	5145.9	302.3	0.000003	0.000002	0.000409	0.000030	0.000444	2254
014.Bor_10MW	5146.5	301.9	0.000007	0.000014	0.000426	0.000031	0.000478	2092
015.Bor_10MW	5142.2	306.5	0.000051	0.000408	0.000403	0.000045	0.000908	1101
016.Bor_10MW	5142.8	306.0	0.000024	0.000096	0.000398	0.000041	0.000560	1786
017.Bor_10MW	5143.4	305.5	0.000013	0.000024	0.000394	0.000038	0.000469	2132
018.Bor_10MW	5143.9	305.1	0.000007	0.000009	0.000391	0.000036	0.000443	2259
019.Bor_10MW	5144.5	304.6	0.000004	0.000007	0.000397	0.000035	0.000443	2257
020.Bor_10MW	5145.1	304.1	0.000003	0.000007	0.000398	0.000033	0.000441	2266

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
021.Bor_10MW	5146.2	303.2	0.000005	0.000010	0.000417	0.000031	0.000463	2161
022.Bor_10MW	5146.8	302.8	0.000010	0.000030	0.000437	0.000031	0.000509	1964
023.Bor_10MW	5147.3	302.3	0.000045	0.000219	0.000467	0.000033	0.000764	1308
024.Bor_10MW	5142.5	307.4	0.000087	0.000408	0.000426	0.000045	0.000966	1035
025.Bor_10MW	5143.1	306.9	0.000047	0.000209	0.000425	0.000042	0.000723	1384
026.Bor_10MW	5143.6	306.5	0.000025	0.000113	0.000433	0.000040	0.000610	1638
027.Bor_10MW	5144.2	306.0	0.000013	0.000060	0.000407	0.000038	0.000519	1927
028.Bor_10MW	5144.8	305.5	0.000008	0.000056	0.000403	0.000037	0.000503	1987
029.Bor_10MW	5145.3	305.1	0.000006	0.000056	0.000413	0.000036	0.000511	1959
030.Bor_10MW	5147.6	303.2	0.000126	0.000367	0.000499	0.000034	0.001026	975
031.Bor_10MW	5144.5	306.9	0.000025	0.000456	0.000428	0.000042	0.000951	1052
032.Bor_10MW	5145.1	306.5	0.000015	0.000402	0.000427	0.000040	0.000883	1132
033.Bor_10MW	5145.6	306.0	0.000012	0.000389	0.000430	0.000038	0.000870	1150
034.Bor_10MW	5146.8	305.1	0.000031	0.000381	0.000472	0.000036	0.000920	1087
035.Bor_10MW	5135.4	301.6	0.000007	0.000504	0.000339	0.000063	0.000914	1095
036.Bor_10MW	5136.1	301.6	0.000005	0.000085	0.000329	0.000052	0.000471	2123
037.Bor_10MW	5136.9	301.7	0.000003	0.000009	0.000320	0.000043	0.000376	2657
038.Bor_10MW	5137.6	301.8	0.000003	0.000001	0.000324	0.000039	0.000367	2725
039.Bor_10MW	5138.3	301.9	0.000002	0.000000	0.000329	0.000036	0.000368	2715
040.Bor_10MW	5135.3	302.8	0.000018	0.000174	0.000346	0.000056	0.000594	1683
041.Bor_10MW	5136.1	302.8	0.000013	0.000018	0.000339	0.000047	0.000418	2394
042.Bor_10MW	5136.8	302.9	0.000009	0.000002	0.000327	0.000041	0.000380	2632
043.Bor_10MW	5137.5	302.9	0.000007	0.000000	0.000342	0.000038	0.000388	2577
044.Bor_10MW	5138.3	303.0	0.000005	0.000000	0.000336	0.000036	0.000378	2648
045.Bor_10MW	5139.0	303.1	0.000005	0.000000	0.000356	0.000035	0.000396	2526
046.Bor_10MW	5139.7	303.2	0.000004	0.000001	0.000338	0.000037	0.000380	2632
047.Bor_10MW	5140.5	303.2	0.000004	0.000016	0.000345	0.000039	0.000403	2482
048.Bor_10MW	5134.6	303.8	0.000107	0.000501	0.000395	0.000063	0.001066	938
049.Bor_10MW	5135.3	303.9	0.000052	0.000168	0.000369	0.000055	0.000644	1552
050.Bor_10MW	5136.0	304.0	0.000036	0.000055	0.000356	0.000051	0.000497	2010
051.Bor_10MW	5136.8	304.1	0.000027	0.000017	0.000348	0.000046	0.000439	2279
052.Bor_10MW	5137.5	304.1	0.000021	0.000005	0.000347	0.000042	0.000414	2413
053.Bor_10MW	5138.2	304.2	0.000016	0.000003	0.000350	0.000041	0.000410	2440
054.Bor_10MW	5139.0	304.3	0.000013	0.000003	0.000357	0.000039	0.000413	2424
055.Bor_10MW	5139.7	304.3	0.000011	0.000005	0.000352	0.000039	0.000407	2457
056.Bor_10MW	5140.4	304.4	0.000011	0.000048	0.000348	0.000041	0.000449	2230
057.Bor_10MW	5141.2	304.5	0.000013	0.000409	0.000369	0.000045	0.000835	1197
058.Bor_10MW	5136.0	305.2	0.000111	0.000413	0.000382	0.000053	0.000960	1042
059.Bor_10MW	5136.7	305.2	0.000083	0.000151	0.000380	0.000051	0.000665	1504
060.Bor_10MW	5137.5	305.3	0.000073	0.000050	0.000369	0.000047	0.000539	1855
061.Bor_10MW	5138.2	305.4	0.000057	0.000040	0.000384	0.000046	0.000526	1901
062.Bor_10MW	5138.9	305.5	0.000046	0.000039	0.000358	0.000044	0.000487	2055
063.Bor_10MW	5139.7	305.5	0.000038	0.000039	0.000361	0.000043	0.000482	2075
064.Bor_10MW	5140.4	305.6	0.000035	0.000156	0.000374	0.000046	0.000610	1639
065.Bor_10MW	5137.4	306.5	0.000367	0.000430	0.000411	0.000054	0.001262	792
066.Bor_10MW	5138.1	306.5	0.000310	0.000442	0.000408	0.000054	0.001214	824
067.Bor_10MW	5138.9	306.6	0.000226	0.000424	0.000386	0.000054	0.001090	917
068.Bor_10MW	5139.6	306.7	0.000163	0.000414	0.000388	0.000053	0.001017	983
069.Bor_10MW	5140.4	306.8	0.000126	0.000414	0.000409	0.000051	0.001000	1000
070.Bor_10MW	5140.0	254.7	0.000000	0.000285	0.000330	0.000053	0.000669	1495
071.Bor_10MW	5140.7	254.4	0.000000	0.000074	0.000344	0.000047	0.000465	2152
072.Bor_10MW	5138.8	256.3	0.000000	0.000497	0.000317	0.000056	0.000870	1149
073.Bor_10MW	5140.2	255.8	0.000000	0.000037	0.000332	0.000045	0.000413	2420
074.Bor_10MW	5140.9	255.6	0.000000	0.000007	0.000337	0.000040	0.000385	2600
075.Bor_10MW	5141.6	255.3	0.000000	0.000002	0.000355	0.000036	0.000392	2551

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
076.Bor_10MW	5138.2	257.7	0.000000	0.000201	0.000319	0.000050	0.000570	1755
077.Bor_10MW	5138.9	257.4	0.000000	0.000057	0.000319	0.000046	0.000422	2370
078.Bor_10MW	5139.6	257.2	0.000000	0.000015	0.000322	0.000042	0.000379	2636
079.Bor_10MW	5141.0	256.7	0.000000	0.000001	0.000342	0.000036	0.000379	2641
080.Bor_10MW	5141.8	256.5	0.000000	0.000001	0.000351	0.000035	0.000386	2588
081.Bor_10MW	5136.9	259.3	0.000001	0.000312	0.000318	0.000052	0.000682	1465
082.Bor_10MW	5137.6	259.1	0.000001	0.000081	0.000313	0.000045	0.000440	2275
083.Bor_10MW	5138.4	258.8	0.000000	0.000023	0.000314	0.000043	0.000381	2625
084.Bor_10MW	5139.1	258.6	0.000000	0.000006	0.000333	0.000040	0.000380	2635
085.Bor_10MW	5139.8	258.3	0.000000	0.000002	0.000321	0.000038	0.000361	2771
086.Bor_10MW	5140.5	258.1	0.000000	0.000000	0.000332	0.000035	0.000368	2718
087.Bor_10MW	5141.9	257.6	0.000000	0.000004	0.000336	0.000038	0.000378	2649
088.Bor_10MW	5142.6	257.4	0.000000	0.000026	0.000348	0.000041	0.000415	2410
089.Bor_10MW	5137.1	300.5	0.000001	0.000041	0.000319	0.000043	0.000405	2470
090.Bor_10MW	5137.8	300.2	0.000001	0.000008	0.000312	0.000039	0.000360	2778
091.Bor_10MW	5138.5	300.0	0.000001	0.000002	0.000326	0.000037	0.000366	2735
092.Bor_10MW	5139.2	259.8	0.000000	0.000001	0.000327	0.000035	0.000363	2754
093.Bor_10MW	5139.9	259.5	0.000000	0.000000	0.000345	0.000033	0.000379	2640
094.Bor_10MW	5140.6	259.2	0.000000	0.000000	0.000343	0.000034	0.000377	2650
095.Bor_10MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000003	0.000330	0.000036	0.000369	2713
096.Bor_10MW	5142.8	258.5	0.000001	0.000139	0.000352	0.000043	0.000535	1869
097.Bor_10MW	5139.4	300.9	0.000001	0.000000	0.000332	0.000032	0.000364	2744
098.Bor_10MW	5140.1	300.7	0.000001	0.000000	0.000349	0.000033	0.000383	2613
099.Bor_10MW	5140.8	300.4	0.000001	0.000001	0.000329	0.000034	0.000365	2742
100.Bor_10MW	5141.5	300.1	0.000000	0.000013	0.000335	0.000037	0.000385	2596
101.Bor_10MW	5142.2	259.9	0.000001	0.000112	0.000338	0.000042	0.000493	2028
102.Bor_10MW	5140.9	301.6	0.000001	0.000008	0.000336	0.000037	0.000382	2616
103.Bor_10MW	5141.6	301.3	0.000001	0.000082	0.000337	0.000041	0.000460	2172
104.Bor_10MW	5142.4	301.0	0.000006	0.000515	0.000345	0.000046	0.000912	1096
105.Bor_10MW	5144.7	246.8	0.000023	0.000316	0.000568	0.000037	0.000943	1060
106.Bor_10MW	5144.9	247.9	0.000025	0.000301	0.000541	0.000036	0.000903	1107
107.Bor_10MW	5145.1	249.1	0.000027	0.000301	0.000518	0.000036	0.000882	1133
108.Bor_10MW	5145.4	250.2	0.000030	0.000328	0.000506	0.000037	0.000901	1110
109.Bor_10MW	5146.0	253.6	0.000041	0.000310	0.000479	0.000038	0.000867	1153
110.Bor_10MW	5146.3	254.8	0.000033	0.000302	0.000474	0.000037	0.000847	1181
111.Bor_10MW	5146.5	255.9	0.000032	0.000284	0.000475	0.000036	0.000826	1210
112.Bor_10MW	5146.7	257.1	0.000032	0.000306	0.000467	0.000036	0.000841	1189
113.Bor_10MW	5146.9	258.3	0.000032	0.000355	0.000466	0.000035	0.000888	1126
114.Bor_10MW	5147.2	259.4	0.000034	0.000386	0.000474	0.000034	0.000929	1077
115.Bor_10MW	5144.2	248.3	0.000005	0.000099	0.000498	0.000034	0.000636	1573
116.Bor_10MW	5144.4	249.4	0.000006	0.000029	0.000480	0.000033	0.000548	1826
117.Bor_10MW	5144.7	250.6	0.000007	0.000039	0.000462	0.000033	0.000542	1846
118.Bor_10MW	5144.9	251.7	0.000010	0.000125	0.000450	0.000037	0.000622	1607
119.Bor_10MW	5145.1	252.9	0.000026	0.000361	0.000449	0.000042	0.000877	1140
120.Bor_10MW	5145.6	255.2	0.000019	0.000272	0.000439	0.000040	0.000770	1299
121.Bor_10MW	5145.8	256.3	0.000010	0.000052	0.000438	0.000034	0.000534	1871
122.Bor_10MW	5146.0	257.5	0.000010	0.000031	0.000433	0.000033	0.000508	1970
123.Bor_10MW	5146.2	258.6	0.000010	0.000033	0.000431	0.000033	0.000507	1971
124.Bor_10MW	5143.5	248.7	0.000002	0.000266	0.000461	0.000037	0.000766	1306
125.Bor_10MW	5143.7	249.9	0.000001	0.000037	0.000452	0.000034	0.000524	1907
126.Bor_10MW	5143.9	251.0	0.000001	0.000004	0.000433	0.000032	0.000470	2129
127.Bor_10MW	5144.2	252.1	0.000002	0.000014	0.000422	0.000034	0.000472	2121
128.Bor_10MW	5144.4	253.3	0.000003	0.000071	0.000416	0.000038	0.000528	1894
129.Bor_10MW	5144.6	254.4	0.000016	0.000378	0.000416	0.000045	0.000855	1169
130.Bor_10MW	5145.1	256.7	0.000014	0.000348	0.000412	0.000044	0.000819	1221

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
131.Bor_10MW	5142.3	250.6	0.000000	0.000323	0.000397	0.000042	0.000762	1313
132.Bor_10MW	5142.5	251.7	0.000000	0.000043	0.000389	0.000039	0.000472	2121
133.Bor_10MW	5142.8	252.9	0.000000	0.000004	0.000389	0.000032	0.000425	2354
134.Bor_10MW	5143.0	254.0	0.000000	0.000001	0.000375	0.000034	0.000411	2432
135.Bor_10MW	5143.2	255.1	0.000000	0.000012	0.000371	0.000037	0.000420	2381
136.Bor_10MW	5141.8	252.1	0.000000	0.000136	0.000372	0.000043	0.000552	1813
137.Bor_10MW	5142.1	253.2	0.000000	0.000013	0.000370	0.000036	0.000418	2392
138.Bor_10MW	5142.3	254.4	0.000000	0.000001	0.000378	0.000035	0.000414	2415
139.Bor_10MW	5141.1	252.4	0.000000	0.000449	0.000362	0.000051	0.000862	1160
Totaal per jaar			0.003141	0.019153	0.054032	0.005628	0.081953	12
Dit is eens in .. jaar			318	52	19	178	12	

Tabel D2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario C (10MW)

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	0.003138	319	0.054032	19	0.057170	17
Niet-routegebonden	0.019153	52	0.005629	178	0.024782	40
Totaal	0.022291	45	0.059661	17	0.081952	12

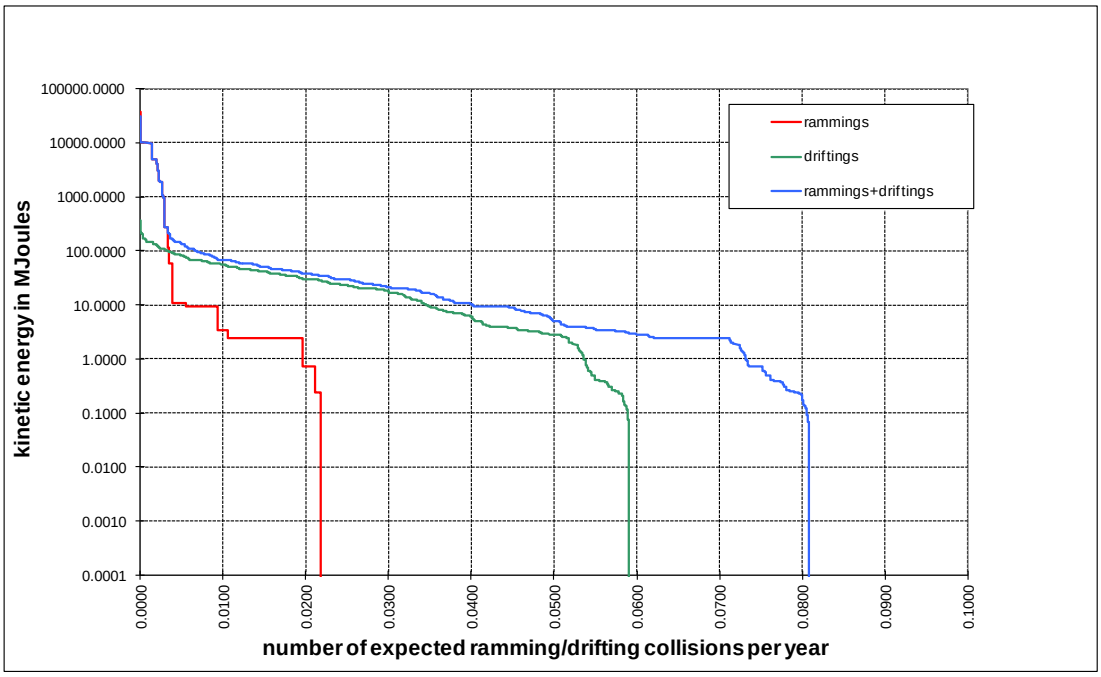
Tabel D2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000008	0.005549	0.000081	0.005638
Chemicaliëntanker	0.000009	0.009936	0.000100	0.010045
Gastanker	0.000005	0.002206	0.000094	0.002305
Container+ RoRo	0.000260	0.019033	0.002356	0.021649
Ferry	0.000002	0.000312	0.000031	0.000345
Overige R-schepen	0.000016	0.015455	0.001720	0.017191
N-schepen	0.000004	0.000002	0.024775	0.024781
alle	0.000305	0.052493	0.029156	0.081954

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel D2- 4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario C (10MW)

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	0.001840	0.000000	0.016568	0.002770	0.005623	0.002770	0.024031	0.026801	37
Scheef	0.000001	0.000001	0.000035	0.000335	0.018662	0.000002	0.018698	0.000337	0.019035	53
Omvallen	0.000283	0.000072	0.002518	0.000333	0.032599	0.000004	0.035400	0.000409	0.035808	28
GosMos[1]	0.000031	0.000006	0.000270	0.000031	0.000000	0.000000	0.000301	0.000037	0.000338	2956
Totaal	0.000314	0.001919	0.002823	0.017267	0.054031	0.005629	0.057169	0.024815	0.081983	12



Figuur D2-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel D2-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario C (10MW)

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%	3.3%	3.3%	0.6%	6.8%	7.4%	0.6%	10.1%	10.7%
1-3	0.0%	11.0%	11.0%	6.2%	0.0%	6.3%	6.2%	11.1%	17.3%
3-5	0.0%	1.4%	1.4%	8.7%	0.0%	8.7%	8.7%	1.4%	10.1%
5-10	0.0%	4.7%	4.7%	8.3%	0.0%	8.3%	8.3%	4.7%	13.0%
10-15	0.0%	2.0%	2.0%	3.3%	0.0%	3.3%	3.3%	2.0%	5.3%
15-50	0.1%	0.0%	0.1%	24.7%	0.0%	24.7%	24.8%	0.0%	24.8%
50-100	0.0%	0.5%	0.5%	10.0%	0.0%	10.0%	10.1%	0.5%	10.5%
100-200	0.2%	0.1%	0.2%	3.8%	0.0%	3.8%	3.9%	0.1%	4.0%
>200	3.6%	0.4%	4.0%	0.3%	0.0%	0.3%	3.9%	0.4%	4.3%
Totaal	3.8%	23.4%	27.2%	65.9%	6.9%	72.8%	69.8%	30.2%	100.0%

Tabel D2-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario C (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000006	179199	0.000
20-150	0.000736	1359	0.066
150-750	0.001242	805	0.484
750-3000	0.000758	1320	1.075
3000-10000	0.000080	12489	0.295
Totaal	0.002821	354	1.919

Tabel D2-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario C (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000075	13294	0.037
750-3000	0.000118	8504	0.271
3000-10000	0.000606	1649	3.648
10000-30000	0.000106	9438	1.649
30000-100000	0.000003	380984	0.083
Totaal	0.000908	1102	5.687

Tabel D2-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele Scenario C (10MW)	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
	0.002821	354	1.919	0.000908	1102	5.687	268

Tabel D2-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000116
Hoog ecologisch risico	0.000023
Gemiddeld ecologisch risico	0.000059
Gering ecologisch risico	0.000235
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000268
Totaal	0.000701
Eens in de … jaar	1426

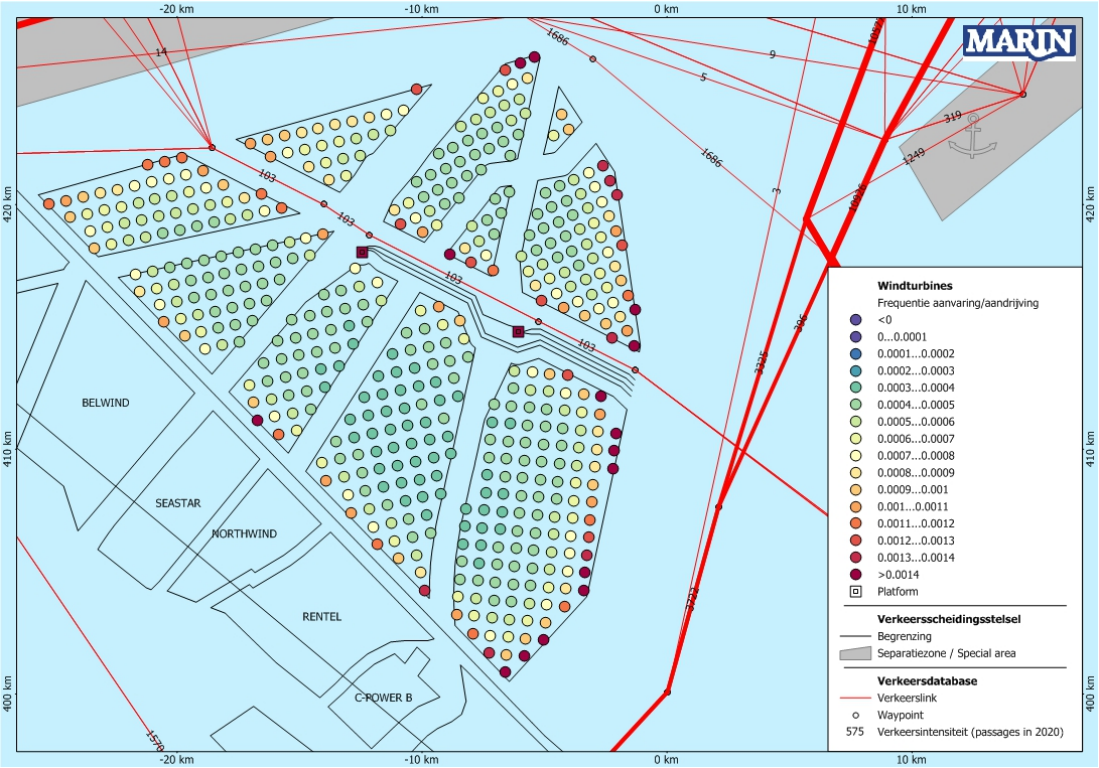
Tabel D2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000001	0.000007	121139	1.59	0.000013	-
Chemicaliëntanker	0.000001	0.000008	107469	1.55	0.000014	-
Gastanker	0.000001	0.000004	184672	0.78	0.000004	-
Container + RoRo	0.000026	0.000234	3845	2.47	0.000642	59330
Ferry	0.000000	0.000002	454545	83.05	0.000183	454545
Overige R-schepen	0.000002	0.000014	63371	1.52	0.000024	-
N-schepen	0.000002	0.000002	227790	0.39	0.000002	-
Totaal	0.000033	0.000272	3274	2.89	0.000882	52480

APPENDIX E RESULTATEN VERKEERSSCENARIO D

Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief corridor voor schepen tot 80 meter m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil

Appendix E1: Resultaten 3MW-variant



Figuur E1-1 ***Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario D (3MW)***

Tabel E1-1 ***Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario D (3MW)***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_3MW	5144.2	259.2	0.000007	0.000801	0.000395	0.000055	0.001258	795
001.Bor_3MW	5144.5	258.9	0.000003	0.000415	0.000401	0.000051	0.000869	1150
002.Bor_3MW	5144.1	259.9	0.000005	0.000647	0.000389	0.000053	0.001095	914
003.Bor_3MW	5144.4	259.6	0.000002	0.000321	0.000395	0.000050	0.000767	1304
004.Bor_3MW	5144.7	259.4	0.000002	0.000159	0.000397	0.000047	0.000604	1655
005.Bor_3MW	5143.6	300.9	0.000013	0.000993	0.000381	0.000057	0.001445	692
006.Bor_3MW	5144.2	300.4	0.000001	0.000253	0.000384	0.000050	0.000689	1452
007.Bor_3MW	5144.5	300.2	0.000001	0.000128	0.000391	0.000047	0.000567	1763
008.Bor_3MW	5144.8	259.9	0.000001	0.000059	0.000395	0.000044	0.000500	2001
009.Bor_3MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000028	0.000402	0.000042	0.000474	2109
010.Bor_3MW	5143.4	301.7	0.000009	0.000805	0.000388	0.000056	0.001258	795
011.Bor_3MW	5143.7	301.4	0.000003	0.000413	0.000374	0.000052	0.000841	1189
012.Bor_3MW	5144.7	300.7	0.000001	0.000047	0.000389	0.000045	0.000481	2079
013.Bor_3MW	5145.0	300.4	0.000002	0.000022	0.000399	0.000043	0.000465	2149
014.Bor_3MW	5145.3	300.1	0.000002	0.000010	0.000407	0.000041	0.000461	2170

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
015.Bor_3MW	5143.3	302.5	0.000007	0.000670	0.000400	0.000055	0.001132	883
016.Bor_3MW	5143.6	302.2	0.000002	0.000337	0.000373	0.000052	0.000765	1308
017.Bor_3MW	5143.9	301.9	0.000001	0.000163	0.000374	0.000048	0.000587	1703
018.Bor_3MW	5144.2	301.7	0.000001	0.000077	0.000383	0.000047	0.000507	1971
019.Bor_3MW	5144.8	301.1	0.000001	0.000017	0.000398	0.000043	0.000460	2175
020.Bor_3MW	5145.2	300.9	0.000002	0.000008	0.000400	0.000041	0.000451	2219
021.Bor_3MW	5145.5	300.7	0.000003	0.000004	0.000408	0.000039	0.000454	2205
022.Bor_3MW	5145.8	300.4	0.000004	0.000006	0.000417	0.000039	0.000466	2146
023.Bor_3MW	5144.1	302.5	0.000001	0.000059	0.000382	0.000047	0.000488	2048
024.Bor_3MW	5144.4	302.2	0.000001	0.000027	0.000390	0.000044	0.000462	2163
025.Bor_3MW	5145.3	301.4	0.000002	0.000003	0.000404	0.000039	0.000448	2231
026.Bor_3MW	5145.6	301.1	0.000003	0.000002	0.000414	0.000038	0.000456	2191
027.Bor_3MW	5145.9	300.9	0.000005	0.000007	0.000422	0.000039	0.000473	2115
028.Bor_3MW	5142.6	304.2	0.000018	0.000777	0.000410	0.000056	0.001261	793
029.Bor_3MW	5143.0	304.0	0.000007	0.000428	0.000384	0.000053	0.000872	1147
030.Bor_3MW	5143.3	303.7	0.000004	0.000216	0.000383	0.000049	0.000653	1532
031.Bor_3MW	5143.6	303.5	0.000003	0.000104	0.000381	0.000049	0.000537	1863
032.Bor_3MW	5144.5	302.7	0.000002	0.000010	0.000391	0.000041	0.000444	2253
033.Bor_3MW	5144.8	302.5	0.000002	0.000005	0.000393	0.000040	0.000439	2276
034.Bor_3MW	5145.5	301.9	0.000002	0.000001	0.000410	0.000037	0.000451	2218
035.Bor_3MW	5145.8	301.7	0.000003	0.000002	0.000419	0.000038	0.000462	2163
036.Bor_3MW	5146.1	301.4	0.000005	0.000008	0.000425	0.000039	0.000477	2098
037.Bor_3MW	5146.4	301.1	0.000008	0.000026	0.000440	0.000040	0.000514	1947
038.Bor_3MW	5142.5	305.0	0.000021	0.000605	0.000398	0.000055	0.001079	927
039.Bor_3MW	5142.8	304.7	0.000011	0.000327	0.000387	0.000052	0.000777	1287
040.Bor_3MW	5143.1	304.5	0.000007	0.000162	0.000386	0.000051	0.000606	1650
041.Bor_3MW	5143.4	304.2	0.000005	0.000078	0.000390	0.000049	0.000522	1915
042.Bor_3MW	5143.7	304.0	0.000004	0.000033	0.000388	0.000046	0.000471	2125
043.Bor_3MW	5144.1	303.7	0.000004	0.000015	0.000397	0.000043	0.000459	2181
044.Bor_3MW	5145.0	302.9	0.000002	0.000002	0.000400	0.000039	0.000442	2262
045.Bor_3MW	5145.9	302.2	0.000004	0.000003	0.000420	0.000038	0.000465	2153
046.Bor_3MW	5146.3	301.9	0.000006	0.000009	0.000430	0.000038	0.000483	2069
047.Bor_3MW	5146.6	301.7	0.000010	0.000030	0.000443	0.000039	0.000522	1916
048.Bor_3MW	5142.3	305.8	0.000033	0.000488	0.000404	0.000054	0.000978	1022
049.Bor_3MW	5142.6	305.5	0.000021	0.000246	0.000405	0.000053	0.000725	1379
050.Bor_3MW	5143.0	305.2	0.000015	0.000125	0.000395	0.000051	0.000585	1708
051.Bor_3MW	5143.3	305.0	0.000011	0.000061	0.000397	0.000047	0.000516	1937
052.Bor_3MW	5143.6	304.7	0.000007	0.000024	0.000398	0.000046	0.000475	2104
053.Bor_3MW	5143.9	304.5	0.000006	0.000011	0.000392	0.000043	0.000452	2212
054.Bor_3MW	5144.2	304.2	0.000004	0.000005	0.000408	0.000042	0.000459	2180
055.Bor_3MW	5144.5	304.0	0.000003	0.000003	0.000403	0.000040	0.000448	2232
056.Bor_3MW	5145.8	302.9	0.000003	0.000004	0.000417	0.000038	0.000462	2163
057.Bor_3MW	5146.1	302.7	0.000005	0.000004	0.000425	0.000037	0.000471	2123
058.Bor_3MW	5146.4	302.4	0.000007	0.000011	0.000435	0.000038	0.000491	2035
059.Bor_3MW	5146.7	302.2	0.000011	0.000034	0.000450	0.000039	0.000534	1873
060.Bor_3MW	5147.1	301.9	0.000021	0.000117	0.000465	0.000040	0.000643	1554
061.Bor_3MW	5141.9	306.8	0.000098	0.000752	0.000430	0.000057	0.001336	748
062.Bor_3MW	5142.2	306.5	0.000056	0.000403	0.000411	0.000054	0.000925	1082
063.Bor_3MW	5142.5	306.2	0.000042	0.000199	0.000409	0.000054	0.000704	1420
064.Bor_3MW	5142.8	306.0	0.000031	0.000098	0.000410	0.000051	0.000591	1693
065.Bor_3MW	5143.1	305.8	0.000022	0.000043	0.000406	0.000047	0.000518	1931
066.Bor_3MW	5143.4	305.5	0.000016	0.000020	0.000417	0.000046	0.000497	2011
067.Bor_3MW	5143.7	305.2	0.000011	0.000014	0.000407	0.000045	0.000476	2099
068.Bor_3MW	5144.1	305.0	0.000008	0.000010	0.000405	0.000044	0.000467	2140
069.Bor_3MW	5144.4	304.7	0.000006	0.000008	0.000408	0.000042	0.000464	2153

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
070.Bor_3MW	5144.7	304.4	0.000005	0.000007	0.000412	0.000042	0.000466	2147
071.Bor_3MW	5145.0	304.2	0.000004	0.000008	0.000410	0.000041	0.000463	2159
072.Bor_3MW	5146.3	303.2	0.000006	0.000014	0.000430	0.000039	0.000490	2042
073.Bor_3MW	5146.6	302.9	0.000009	0.000014	0.000442	0.000038	0.000503	1986
074.Bor_3MW	5146.9	302.7	0.000014	0.000040	0.000457	0.000039	0.000550	1818
075.Bor_3MW	5147.2	302.4	0.000029	0.000141	0.000473	0.000040	0.000682	1466
076.Bor_3MW	5141.7	307.5	0.000194	0.000856	0.000442	0.000061	0.001553	644
077.Bor_3MW	5142.0	307.3	0.000130	0.000475	0.000434	0.000058	0.001097	912
078.Bor_3MW	5142.3	307.0	0.000083	0.000291	0.000423	0.000056	0.000853	1172
079.Bor_3MW	5142.6	306.8	0.000060	0.000202	0.000428	0.000054	0.000743	1345
080.Bor_3MW	5143.0	306.5	0.000046	0.000145	0.000422	0.000051	0.000664	1506
081.Bor_3MW	5143.3	306.2	0.000032	0.000105	0.000416	0.000049	0.000603	1659
082.Bor_3MW	5143.6	306.0	0.000021	0.000075	0.000420	0.000048	0.000564	1774
083.Bor_3MW	5143.9	305.8	0.000015	0.000052	0.000413	0.000047	0.000527	1899
084.Bor_3MW	5144.2	305.5	0.000011	0.000036	0.000417	0.000046	0.000509	1963
085.Bor_3MW	5144.5	305.2	0.000009	0.000028	0.000417	0.000045	0.000499	2002
086.Bor_3MW	5144.9	305.0	0.000007	0.000026	0.000414	0.000044	0.000491	2038
087.Bor_3MW	5145.2	304.7	0.000006	0.000026	0.000418	0.000044	0.000494	2025
088.Bor_3MW	5146.7	303.4	0.000012	0.000048	0.000452	0.000040	0.000552	1810
089.Bor_3MW	5147.1	303.2	0.000019	0.000055	0.000464	0.000039	0.000576	1735
090.Bor_3MW	5147.4	302.9	0.000032	0.000173	0.000483	0.000040	0.000727	1375
091.Bor_3MW	5147.7	302.7	0.000126	0.000522	0.000510	0.000043	0.001201	833
092.Bor_3MW	5142.5	307.5	0.000133	0.000773	0.000442	0.000057	0.001405	712
093.Bor_3MW	5142.8	307.3	0.000086	0.000578	0.000444	0.000056	0.001163	860
094.Bor_3MW	5143.1	307.0	0.000063	0.000441	0.000441	0.000054	0.001000	1000
095.Bor_3MW	5143.4	306.8	0.000046	0.000325	0.000437	0.000053	0.000861	1162
096.Bor_3MW	5143.7	306.5	0.000031	0.000234	0.000444	0.000052	0.000761	1315
097.Bor_3MW	5144.1	306.2	0.000021	0.000173	0.000422	0.000050	0.000665	1503
098.Bor_3MW	5144.4	306.0	0.000015	0.000123	0.000425	0.000048	0.000612	1635
099.Bor_3MW	5144.7	305.8	0.000011	0.000090	0.000418	0.000047	0.000566	1767
100.Bor_3MW	5145.0	305.5	0.000009	0.000083	0.000422	0.000046	0.000560	1786
101.Bor_3MW	5145.3	305.2	0.000007	0.000084	0.000426	0.000046	0.000563	1777
102.Bor_3MW	5146.3	304.4	0.000010	0.000127	0.000441	0.000044	0.000622	1608
103.Bor_3MW	5147.5	303.4	0.000047	0.000213	0.000502	0.000040	0.000803	1246
104.Bor_3MW	5147.8	303.2	0.000205	0.000630	0.000536	0.000042	0.001414	707
105.Bor_3MW	5143.9	307.0	0.000045	0.000666	0.000438	0.000053	0.001202	832
106.Bor_3MW	5144.2	306.8	0.000030	0.000488	0.000432	0.000051	0.001002	998
107.Bor_3MW	5144.5	306.5	0.000021	0.000368	0.000432	0.000051	0.000871	1148
108.Bor_3MW	5144.9	306.2	0.000016	0.000276	0.000427	0.000049	0.000769	1300
109.Bor_3MW	5145.2	306.0	0.000013	0.000262	0.000434	0.000049	0.000758	1320
110.Bor_3MW	5145.5	305.8	0.000012	0.000258	0.000435	0.000047	0.000751	1331
111.Bor_3MW	5146.4	305.0	0.000018	0.000385	0.000461	0.000046	0.000909	1100
112.Bor_3MW	5146.7	304.7	0.000027	0.000437	0.000475	0.000045	0.000983	1017
113.Bor_3MW	5148.0	303.7	0.000335	0.000761	0.000565	0.000043	0.001704	587
114.Bor_3MW	5145.0	306.8	0.000023	0.000804	0.000449	0.000050	0.001327	754
115.Bor_3MW	5145.3	306.5	0.000019	0.000798	0.000451	0.000050	0.001319	758
116.Bor_3MW	5145.6	306.2	0.000018	0.000786	0.000457	0.000050	0.001310	763
117.Bor_3MW	5135.7	301.6	0.000007	0.000590	0.000340	0.000072	0.001009	991
118.Bor_3MW	5136.0	301.6	0.000006	0.000227	0.000335	0.000064	0.000632	1583
119.Bor_3MW	5136.4	301.6	0.000005	0.000076	0.000332	0.000059	0.000473	2116
120.Bor_3MW	5136.8	301.7	0.000004	0.000027	0.000325	0.000055	0.000411	2431
121.Bor_3MW	5137.2	301.7	0.000004	0.000009	0.000323	0.000052	0.000387	2582
122.Bor_3MW	5137.6	301.7	0.000003	0.000003	0.000330	0.000050	0.000386	2590
123.Bor_3MW	5138.0	301.8	0.000003	0.000001	0.000333	0.000046	0.000383	2608
124.Bor_3MW	5135.2	302.2	0.000015	0.000692	0.000348	0.000075	0.001130	885

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
125.Bor_3MW	5135.6	302.2	0.000013	0.000267	0.000348	0.000067	0.000695	1439
126.Bor_3MW	5136.0	302.2	0.000010	0.000096	0.000344	0.000061	0.000512	1952
127.Bor_3MW	5136.4	302.3	0.000008	0.000033	0.000334	0.000057	0.000432	2314
128.Bor_3MW	5136.8	302.3	0.000007	0.000011	0.000326	0.000053	0.000398	2514
129.Bor_3MW	5137.2	302.3	0.000006	0.000004	0.000332	0.000052	0.000394	2539
130.Bor_3MW	5137.6	302.4	0.000005	0.000001	0.000336	0.000049	0.000392	2551
131.Bor_3MW	5138.0	302.4	0.000005	0.000000	0.000332	0.000045	0.000382	2617
132.Bor_3MW	5138.4	302.5	0.000004	0.000000	0.000337	0.000042	0.000383	2610
133.Bor_3MW	5138.8	302.5	0.000004	0.000000	0.000345	0.000041	0.000389	2569
134.Bor_3MW	5139.1	302.5	0.000004	0.000000	0.000355	0.000042	0.000401	2492
135.Bor_3MW	5139.5	302.6	0.000004	0.000000	0.000369	0.000044	0.000416	2402
136.Bor_3MW	5139.9	302.6	0.000003	0.000002	0.000341	0.000045	0.000392	2553
137.Bor_3MW	5140.3	302.6	0.000003	0.000007	0.000345	0.000046	0.000401	2491
138.Bor_3MW	5134.8	302.8	0.000033	0.000832	0.000366	0.000076	0.001307	765
139.Bor_3MW	5135.2	302.8	0.000025	0.000319	0.000356	0.000068	0.000768	1302
140.Bor_3MW	5135.6	302.8	0.000021	0.000117	0.000355	0.000064	0.000556	1799
141.Bor_3MW	5136.0	302.9	0.000018	0.000040	0.000347	0.000059	0.000464	2153
142.Bor_3MW	5136.4	302.9	0.000014	0.000014	0.000342	0.000055	0.000425	2352
143.Bor_3MW	5136.8	302.9	0.000012	0.000005	0.000335	0.000053	0.000405	2468
144.Bor_3MW	5137.2	302.9	0.000010	0.000002	0.000339	0.000051	0.000402	2485
145.Bor_3MW	5137.6	303.0	0.000009	0.000001	0.000341	0.000047	0.000398	2515
146.Bor_3MW	5138.0	303.1	0.000008	0.000000	0.000339	0.000046	0.000393	2542
147.Bor_3MW	5138.3	303.1	0.000007	0.000000	0.000343	0.000044	0.000395	2533
148.Bor_3MW	5138.7	303.1	0.000006	0.000000	0.000354	0.000044	0.000404	2474
149.Bor_3MW	5139.1	303.2	0.000006	0.000000	0.000367	0.000045	0.000417	2395
150.Bor_3MW	5139.5	303.2	0.000005	0.000001	0.000355	0.000045	0.000406	2462
151.Bor_3MW	5139.9	303.2	0.000005	0.000003	0.000343	0.000046	0.000397	2516
152.Bor_3MW	5140.3	303.2	0.000005	0.000014	0.000357	0.000047	0.000423	2363
153.Bor_3MW	5140.7	303.3	0.000005	0.000049	0.000351	0.000050	0.000454	2203
154.Bor_3MW	5141.1	303.4	0.000005	0.000165	0.000351	0.000051	0.000571	1750
155.Bor_3MW	5134.4	303.4	0.000094	0.000964	0.000402	0.000077	0.001536	651
156.Bor_3MW	5134.8	303.4	0.000059	0.000405	0.000381	0.000070	0.000915	1093
157.Bor_3MW	5135.2	303.4	0.000045	0.000161	0.000368	0.000064	0.000637	1569
158.Bor_3MW	5135.6	303.4	0.000035	0.000060	0.000360	0.000061	0.000516	1936
159.Bor_3MW	5136.0	303.5	0.000030	0.000025	0.000354	0.000057	0.000466	2147
160.Bor_3MW	5136.4	303.5	0.000025	0.000012	0.000348	0.000056	0.000440	2274
161.Bor_3MW	5136.8	303.5	0.000022	0.000005	0.000347	0.000055	0.000429	2329
162.Bor_3MW	5137.1	303.6	0.000018	0.000003	0.000353	0.000054	0.000427	2339
163.Bor_3MW	5137.5	303.7	0.000015	0.000002	0.000348	0.000051	0.000417	2400
164.Bor_3MW	5137.9	303.7	0.000013	0.000002	0.000354	0.000049	0.000418	2395
165.Bor_3MW	5138.3	303.7	0.000011	0.000001	0.000355	0.000048	0.000415	2407
166.Bor_3MW	5138.7	303.7	0.000010	0.000001	0.000373	0.000046	0.000429	2329
167.Bor_3MW	5139.1	303.8	0.000010	0.000001	0.000373	0.000046	0.000429	2332
168.Bor_3MW	5139.5	303.8	0.000009	0.000001	0.000354	0.000045	0.000410	2437
169.Bor_3MW	5139.9	303.8	0.000008	0.000006	0.000351	0.000047	0.000412	2427
170.Bor_3MW	5140.3	303.9	0.000008	0.000025	0.000355	0.000049	0.000437	2288
171.Bor_3MW	5140.7	303.9	0.000008	0.000087	0.000354	0.000052	0.000501	1996
172.Bor_3MW	5141.0	304.0	0.000008	0.000291	0.000362	0.000052	0.000713	1402
173.Bor_3MW	5134.8	304.0	0.000114	0.000948	0.000399	0.000075	0.001537	651
174.Bor_3MW	5135.2	304.0	0.000074	0.000390	0.000385	0.000068	0.000917	1090
175.Bor_3MW	5135.6	304.1	0.000060	0.000160	0.000374	0.000064	0.000658	1520
176.Bor_3MW	5136.0	304.1	0.000050	0.000076	0.000369	0.000062	0.000557	1796
177.Bor_3MW	5136.3	304.1	0.000042	0.000035	0.000358	0.000058	0.000493	2027
178.Bor_3MW	5136.7	304.2	0.000038	0.000017	0.000358	0.000054	0.000467	2143
179.Bor_3MW	5137.1	304.2	0.000032	0.000012	0.000360	0.000055	0.000459	2177

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
180.Bor_3MW	5137.5	304.3	0.000028	0.000010	0.000357	0.000054	0.000449	2225
181.Bor_3MW	5137.9	304.3	0.000025	0.000007	0.000353	0.000053	0.000437	2286
182.Bor_3MW	5138.3	304.3	0.000021	0.000005	0.000365	0.000051	0.000442	2261
183.Bor_3MW	5138.7	304.4	0.000020	0.000004	0.000377	0.000049	0.000449	2227
184.Bor_3MW	5139.1	304.4	0.000017	0.000003	0.000361	0.000048	0.000429	2329
185.Bor_3MW	5139.5	304.4	0.000017	0.000003	0.000357	0.000047	0.000424	2359
186.Bor_3MW	5139.9	304.5	0.000014	0.000012	0.000381	0.000048	0.000455	2198
187.Bor_3MW	5140.2	304.5	0.000014	0.000048	0.000358	0.000051	0.000470	2126
188.Bor_3MW	5140.6	304.6	0.000013	0.000155	0.000362	0.000053	0.000584	1713
189.Bor_3MW	5141.0	304.6	0.000014	0.000481	0.000374	0.000055	0.000924	1082
190.Bor_3MW	5135.2	304.7	0.000152	0.000813	0.000406	0.000072	0.001442	693
191.Bor_3MW	5135.5	304.7	0.000108	0.000432	0.000390	0.000067	0.000998	1002
192.Bor_3MW	5135.9	304.7	0.000088	0.000211	0.000382	0.000065	0.000746	1340
193.Bor_3MW	5136.3	304.8	0.000072	0.000102	0.000375	0.000062	0.000611	1636
194.Bor_3MW	5136.7	304.8	0.000065	0.000057	0.000376	0.000060	0.000558	1792
195.Bor_3MW	5137.1	304.9	0.000059	0.000047	0.000372	0.000059	0.000536	1864
196.Bor_3MW	5137.5	304.9	0.000054	0.000038	0.000369	0.000057	0.000518	1929
197.Bor_3MW	5137.9	304.9	0.000046	0.000031	0.000372	0.000055	0.000505	1982
198.Bor_3MW	5138.3	305.0	0.000042	0.000022	0.000382	0.000053	0.000499	2006
199.Bor_3MW	5138.7	305.0	0.000039	0.000017	0.000379	0.000050	0.000485	2063
200.Bor_3MW	5139.0	305.0	0.000037	0.000013	0.000362	0.000051	0.000463	2158
201.Bor_3MW	5139.4	305.0	0.000031	0.000013	0.000385	0.000050	0.000479	2087
202.Bor_3MW	5139.8	305.1	0.000029	0.000022	0.000373	0.000050	0.000474	2110
203.Bor_3MW	5140.2	305.2	0.000026	0.000087	0.000369	0.000054	0.000536	1865
204.Bor_3MW	5140.6	305.2	0.000025	0.000274	0.000373	0.000055	0.000728	1374
205.Bor_3MW	5141.0	305.2	0.000025	0.000809	0.000392	0.000059	0.001286	778
206.Bor_3MW	5135.9	305.3	0.000161	0.000558	0.000397	0.000067	0.001183	846
207.Bor_3MW	5136.3	305.4	0.000143	0.000287	0.000393	0.000063	0.000886	1128
208.Bor_3MW	5136.7	305.5	0.000130	0.000203	0.000400	0.000064	0.000797	1255
209.Bor_3MW	5137.1	305.5	0.000123	0.000168	0.000390	0.000062	0.000743	1345
210.Bor_3MW	5137.5	305.5	0.000115	0.000142	0.000388	0.000061	0.000705	1418
211.Bor_3MW	5137.9	305.5	0.000100	0.000120	0.000395	0.000060	0.000674	1483
212.Bor_3MW	5138.3	305.6	0.000091	0.000100	0.000403	0.000058	0.000651	1535
213.Bor_3MW	5138.6	305.6	0.000079	0.000081	0.000384	0.000057	0.000602	1661
214.Bor_3MW	5139.0	305.6	0.000073	0.000066	0.000374	0.000055	0.000567	1763
215.Bor_3MW	5139.4	305.7	0.000060	0.000064	0.000374	0.000055	0.000553	1810
216.Bor_3MW	5139.8	305.8	0.000057	0.000088	0.000374	0.000055	0.000574	1743
217.Bor_3MW	5140.2	305.8	0.000053	0.000159	0.000383	0.000056	0.000651	1536
218.Bor_3MW	5140.6	305.8	0.000051	0.000492	0.000397	0.000060	0.001000	1000
219.Bor_3MW	5136.3	306.0	0.000400	0.000766	0.000426	0.000066	0.001658	603
220.Bor_3MW	5136.7	306.1	0.000329	0.000657	0.000412	0.000065	0.001462	684
221.Bor_3MW	5137.1	306.1	0.000302	0.000575	0.000405	0.000066	0.001347	742
222.Bor_3MW	5137.4	306.1	0.000265	0.000511	0.000409	0.000066	0.001250	800
223.Bor_3MW	5137.8	306.2	0.000254	0.000434	0.000417	0.000064	0.001168	856
224.Bor_3MW	5138.2	306.2	0.000217	0.000365	0.000418	0.000064	0.001063	940
225.Bor_3MW	5138.6	306.2	0.000187	0.000308	0.000397	0.000063	0.000955	1047
226.Bor_3MW	5139.0	306.3	0.000160	0.000254	0.000397	0.000061	0.000871	1148
227.Bor_3MW	5139.4	306.3	0.000135	0.000251	0.000392	0.000061	0.000839	1192
228.Bor_3MW	5139.8	306.4	0.000124	0.000281	0.000388	0.000061	0.000853	1172
229.Bor_3MW	5140.2	306.4	0.000106	0.000489	0.000402	0.000062	0.001059	945
230.Bor_3MW	5140.6	306.4	0.000100	0.000841	0.000415	0.000064	0.001420	704
231.Bor_3MW	5139.0	306.9	0.000414	0.000868	0.000410	0.000068	0.001760	568
232.Bor_3MW	5139.4	307.0	0.000344	0.000866	0.000411	0.000068	0.001688	592
233.Bor_3MW	5139.8	307.0	0.000284	0.000814	0.000416	0.000066	0.001579	633
234.Bor_3MW	5139.8	254.3	0.000000	0.001092	0.000335	0.000073	0.001500	666

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
235.Bor_3MW	5140.2	254.1	0.000000	0.000564	0.000344	0.000065	0.000973	1027
236.Bor_3MW	5140.6	253.9	0.000000	0.000271	0.000353	0.000060	0.000684	1462
237.Bor_3MW	5139.5	255.1	0.000000	0.000739	0.000329	0.000070	0.001138	879
238.Bor_3MW	5139.9	254.9	0.000000	0.000382	0.000336	0.000064	0.000782	1278
239.Bor_3MW	5140.3	254.7	0.000000	0.000181	0.000345	0.000059	0.000585	1709
240.Bor_3MW	5140.7	254.6	0.000000	0.000082	0.000351	0.000054	0.000487	2054
241.Bor_3MW	5141.1	254.4	0.000000	0.000038	0.000355	0.000051	0.000444	2253
242.Bor_3MW	5139.6	255.7	0.000000	0.000251	0.000331	0.000061	0.000643	1554
243.Bor_3MW	5140.0	255.6	0.000000	0.000120	0.000337	0.000058	0.000515	1942
244.Bor_3MW	5140.4	255.4	0.000000	0.000055	0.000342	0.000053	0.000450	2220
245.Bor_3MW	5140.8	255.2	0.000000	0.000025	0.000346	0.000050	0.000421	2373
246.Bor_3MW	5141.1	255.1	0.000000	0.000012	0.000355	0.000048	0.000414	2413
247.Bor_3MW	5141.5	254.9	0.000000	0.000005	0.000362	0.000046	0.000414	2417
248.Bor_3MW	5138.5	256.8	0.000000	0.000623	0.000333	0.000067	0.001022	978
249.Bor_3MW	5138.9	256.6	0.000000	0.000311	0.000325	0.000061	0.000697	1435
250.Bor_3MW	5140.1	256.2	0.000000	0.000034	0.000333	0.000052	0.000419	2388
251.Bor_3MW	5140.5	256.0	0.000000	0.000016	0.000340	0.000049	0.000405	2467
252.Bor_3MW	5140.9	255.9	0.000000	0.000008	0.000344	0.000048	0.000400	2499
253.Bor_3MW	5141.3	255.7	0.000000	0.000003	0.000352	0.000046	0.000401	2492
254.Bor_3MW	5141.6	255.6	0.000000	0.000001	0.000369	0.000043	0.000413	2420
255.Bor_3MW	5142.0	255.4	0.000000	0.000001	0.000371	0.000040	0.000412	2425
256.Bor_3MW	5137.8	257.7	0.000001	0.000662	0.000325	0.000065	0.001053	950
257.Bor_3MW	5138.2	257.6	0.000000	0.000343	0.000327	0.000062	0.000732	1366
258.Bor_3MW	5138.6	257.4	0.000000	0.000181	0.000324	0.000058	0.000563	1775
259.Bor_3MW	5139.0	257.2	0.000000	0.000087	0.000323	0.000054	0.000464	2154
260.Bor_3MW	5139.4	257.1	0.000000	0.000039	0.000330	0.000052	0.000421	2373
261.Bor_3MW	5140.6	256.6	0.000000	0.000004	0.000338	0.000047	0.000390	2565
262.Bor_3MW	5141.0	256.5	0.000000	0.000002	0.000348	0.000046	0.000396	2526
263.Bor_3MW	5141.3	256.3	0.000000	0.000001	0.000357	0.000042	0.000401	2495
264.Bor_3MW	5141.7	256.2	0.000000	0.000001	0.000364	0.000041	0.000406	2465
265.Bor_3MW	5142.1	256.0	0.000000	0.000002	0.000365	0.000043	0.000410	2439
266.Bor_3MW	5137.1	258.7	0.000001	0.000731	0.000322	0.000063	0.001116	896
267.Bor_3MW	5137.5	258.5	0.000000	0.000377	0.000323	0.000060	0.000760	1316
268.Bor_3MW	5137.9	258.4	0.000001	0.000198	0.000322	0.000058	0.000578	1730
269.Bor_3MW	5138.3	258.2	0.000000	0.000100	0.000321	0.000055	0.000476	2101
270.Bor_3MW	5138.7	258.0	0.000000	0.000046	0.000328	0.000052	0.000425	2352
271.Bor_3MW	5139.1	257.9	0.000000	0.000019	0.000331	0.000051	0.000401	2493
272.Bor_3MW	5139.5	257.7	0.000000	0.000009	0.000338	0.000049	0.000396	2525
273.Bor_3MW	5139.9	257.6	0.000000	0.000005	0.000329	0.000047	0.000382	2619
274.Bor_3MW	5141.1	257.1	0.000000	0.000001	0.000351	0.000042	0.000393	2545
275.Bor_3MW	5141.4	256.9	0.000000	0.000001	0.000357	0.000042	0.000400	2500
276.Bor_3MW	5141.8	256.8	0.000000	0.000002	0.000355	0.000044	0.000401	2495
277.Bor_3MW	5142.2	256.6	0.000000	0.000005	0.000353	0.000045	0.000403	2482
278.Bor_3MW	5142.6	256.5	0.000000	0.000012	0.000363	0.000044	0.000419	2388
279.Bor_3MW	5136.8	259.5	0.000001	0.000580	0.000323	0.000064	0.000968	1033
280.Bor_3MW	5137.2	259.3	0.000001	0.000270	0.000320	0.000059	0.000649	1540
281.Bor_3MW	5137.6	259.2	0.000001	0.000126	0.000319	0.000057	0.000502	1991
282.Bor_3MW	5138.0	259.0	0.000001	0.000061	0.000328	0.000052	0.000441	2266
283.Bor_3MW	5138.4	258.8	0.000001	0.000025	0.000321	0.000049	0.000396	2525
284.Bor_3MW	5138.8	258.7	0.000000	0.000011	0.000338	0.000048	0.000397	2521
285.Bor_3MW	5139.2	258.5	0.000000	0.000005	0.000334	0.000048	0.000388	2580
286.Bor_3MW	5139.6	258.4	0.000000	0.000003	0.000329	0.000046	0.000377	2650
287.Bor_3MW	5140.0	258.2	0.000000	0.000001	0.000330	0.000045	0.000377	2655
288.Bor_3MW	5140.4	258.0	0.000000	0.000001	0.000337	0.000043	0.000381	2625
289.Bor_3MW	5141.5	257.6	0.000000	0.000002	0.000349	0.000045	0.000396	2524

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
290.Bor_3MW	5141.9	257.4	0.000000	0.000005	0.000344	0.000046	0.000396	2527
291.Bor_3MW	5142.3	257.2	0.000000	0.000013	0.000352	0.000046	0.000412	2426
292.Bor_3MW	5142.7	257.1	0.000000	0.000036	0.000361	0.000046	0.000443	2258
293.Bor_3MW	5136.2	300.4	0.000002	0.000922	0.000328	0.000074	0.001326	754
294.Bor_3MW	5136.6	300.2	0.000001	0.000420	0.000325	0.000065	0.000812	1232
295.Bor_3MW	5136.9	300.1	0.000001	0.000191	0.000323	0.000059	0.000574	1741
296.Bor_3MW	5137.3	259.9	0.000001	0.000089	0.000324	0.000056	0.000469	2131
297.Bor_3MW	5137.7	259.8	0.000001	0.000041	0.000320	0.000052	0.000413	2422
298.Bor_3MW	5138.1	259.6	0.000001	0.000017	0.000322	0.000051	0.000390	2561
299.Bor_3MW	5138.5	259.5	0.000001	0.000007	0.000329	0.000047	0.000384	2604
300.Bor_3MW	5138.9	259.3	0.000001	0.000003	0.000334	0.000045	0.000382	2619
301.Bor_3MW	5139.3	259.2	0.000000	0.000001	0.000335	0.000045	0.000382	2618
302.Bor_3MW	5139.7	259.0	0.000000	0.000001	0.000335	0.000045	0.000381	2622
303.Bor_3MW	5140.1	258.9	0.000000	0.000000	0.000339	0.000043	0.000383	2610
304.Bor_3MW	5140.5	258.7	0.000000	0.000000	0.000357	0.000042	0.000399	2509
305.Bor_3MW	5140.9	258.5	0.000000	0.000001	0.000354	0.000043	0.000398	2511
306.Bor_3MW	5142.0	258.1	0.000000	0.000014	0.000343	0.000048	0.000405	2470
307.Bor_3MW	5142.4	257.9	0.000000	0.000037	0.000350	0.000048	0.000435	2296
308.Bor_3MW	5142.8	257.7	0.000000	0.000111	0.000358	0.000049	0.000519	1928
309.Bor_3MW	5143.2	257.6	0.000001	0.000298	0.000367	0.000052	0.000719	1390
310.Bor_3MW	5137.4	300.5	0.000001	0.000029	0.000317	0.000054	0.000401	2495
311.Bor_3MW	5137.8	300.4	0.000001	0.000012	0.000318	0.000050	0.000381	2622
312.Bor_3MW	5138.2	300.2	0.000001	0.000005	0.000329	0.000047	0.000382	2618
313.Bor_3MW	5138.6	300.1	0.000001	0.000002	0.000333	0.000045	0.000381	2624
314.Bor_3MW	5139.0	259.9	0.000001	0.000001	0.000332	0.000044	0.000377	2656
315.Bor_3MW	5139.4	259.8	0.000001	0.000000	0.000340	0.000044	0.000385	2600
316.Bor_3MW	5139.8	259.6	0.000001	0.000000	0.000351	0.000043	0.000394	2539
317.Bor_3MW	5140.2	259.5	0.000000	0.000000	0.000351	0.000041	0.000393	2546
318.Bor_3MW	5140.6	259.3	0.000000	0.000000	0.000353	0.000043	0.000397	2521
319.Bor_3MW	5140.9	259.2	0.000000	0.000002	0.000347	0.000044	0.000393	2544
320.Bor_3MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000005	0.000335	0.000047	0.000388	2580
321.Bor_3MW	5142.5	258.5	0.000000	0.000109	0.000353	0.000050	0.000512	1951
322.Bor_3MW	5142.9	258.4	0.000001	0.000297	0.000361	0.000053	0.000712	1404
323.Bor_3MW	5138.3	300.9	0.000001	0.000001	0.000332	0.000046	0.000381	2622
324.Bor_3MW	5138.7	300.7	0.000001	0.000001	0.000336	0.000044	0.000381	2626
325.Bor_3MW	5139.1	300.5	0.000001	0.000000	0.000345	0.000044	0.000390	2562
326.Bor_3MW	5139.5	300.4	0.000001	0.000000	0.000337	0.000042	0.000381	2628
327.Bor_3MW	5139.9	300.2	0.000001	0.000000	0.000347	0.000041	0.000389	2568
328.Bor_3MW	5140.3	300.1	0.000001	0.000000	0.000359	0.000042	0.000402	2488
329.Bor_3MW	5140.7	259.9	0.000001	0.000001	0.000344	0.000044	0.000390	2564
330.Bor_3MW	5141.0	259.8	0.000000	0.000004	0.000334	0.000046	0.000385	2599
331.Bor_3MW	5141.4	259.6	0.000000	0.000012	0.000349	0.000047	0.000409	2445
332.Bor_3MW	5141.8	259.5	0.000000	0.000035	0.000341	0.000049	0.000426	2349
333.Bor_3MW	5139.2	301.2	0.000001	0.000000	0.000337	0.000041	0.000380	2631
334.Bor_3MW	5139.6	301.0	0.000001	0.000000	0.000348	0.000042	0.000391	2558
335.Bor_3MW	5140.0	300.9	0.000001	0.000000	0.000369	0.000043	0.000414	2416
336.Bor_3MW	5140.4	300.7	0.000001	0.000001	0.000347	0.000044	0.000393	2546
337.Bor_3MW	5140.8	300.5	0.000001	0.000004	0.000336	0.000045	0.000385	2595
338.Bor_3MW	5141.1	300.4	0.000001	0.000011	0.000349	0.000047	0.000408	2453
339.Bor_3MW	5141.5	300.2	0.000000	0.000032	0.000342	0.000048	0.000422	2371
340.Bor_3MW	5141.9	300.1	0.000000	0.000091	0.000340	0.000049	0.000481	2080
341.Bor_3MW	5142.3	259.9	0.000001	0.000260	0.000346	0.000053	0.000659	1518
342.Bor_3MW	5140.5	301.4	0.000001	0.000003	0.000337	0.000044	0.000385	2596
343.Bor_3MW	5140.8	301.2	0.000001	0.000010	0.000346	0.000046	0.000404	2476
344.Bor_3MW	5141.2	301.0	0.000001	0.000028	0.000340	0.000049	0.000418	2393

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
345.Bor_3MW	5141.6	300.9	0.000001	0.000081	0.000341	0.000049	0.000471	2122
346.Bor_3MW	5142.0	300.7	0.000001	0.000239	0.000341	0.000052	0.000633	1580
347.Bor_3MW	5142.4	300.6	0.000003	0.000611	0.000347	0.000055	0.001016	984
348.Bor_3MW	5141.3	301.7	0.000001	0.000072	0.000343	0.000050	0.000466	2146
349.Bor_3MW	5141.7	301.5	0.000001	0.000210	0.000346	0.000051	0.000609	1643
350.Bor_3MW	5142.1	301.4	0.000002	0.000569	0.000348	0.000055	0.000974	1026
351.Bor_3MW	5147.2	259.6	0.000041	0.000702	0.000489	0.000043	0.001275	784
352.Bor_3MW	5145.3	250.1	0.000033	0.000520	0.000518	0.000044	0.001115	897
353.Bor_3MW	5145.4	250.7	0.000037	0.000537	0.000513	0.000045	0.001131	884
354.Bor_3MW	5145.5	251.3	0.000040	0.000555	0.000506	0.000046	0.001147	872
355.Bor_3MW	5145.9	253.7	0.000038	0.000490	0.000483	0.000046	0.001057	946
356.Bor_3MW	5146.0	254.3	0.000030	0.000406	0.000474	0.000045	0.000956	1047
357.Bor_3MW	5146.1	254.9	0.000027	0.000366	0.000471	0.000044	0.000909	1100
358.Bor_3MW	5146.2	255.5	0.000026	0.000325	0.000475	0.000044	0.000869	1150
359.Bor_3MW	5146.3	256.1	0.000024	0.000295	0.000475	0.000044	0.000838	1193
360.Bor_3MW	5146.4	256.7	0.000023	0.000291	0.000470	0.000044	0.000828	1208
361.Bor_3MW	5146.4	257.3	0.000023	0.000284	0.000480	0.000043	0.000830	1205
362.Bor_3MW	5146.5	257.9	0.000022	0.000300	0.000458	0.000043	0.000824	1214
363.Bor_3MW	5146.6	258.5	0.000021	0.000272	0.000458	0.000042	0.000794	1259
364.Bor_3MW	5146.7	259.1	0.000021	0.000249	0.000460	0.000042	0.000773	1294
365.Bor_3MW	5144.4	246.6	0.000018	0.000518	0.000569	0.000044	0.001149	870
366.Bor_3MW	5144.5	247.2	0.000017	0.000410	0.000556	0.000044	0.001027	974
367.Bor_3MW	5144.6	247.8	0.000015	0.000349	0.000547	0.000043	0.000954	1049
368.Bor_3MW	5144.7	248.4	0.000016	0.000280	0.000530	0.000042	0.000867	1153
369.Bor_3MW	5144.8	249.0	0.000016	0.000236	0.000514	0.000042	0.000808	1237
370.Bor_3MW	5144.9	249.6	0.000016	0.000196	0.000502	0.000042	0.000756	1322
371.Bor_3MW	5145.0	250.2	0.000016	0.000172	0.000493	0.000042	0.000723	1383
372.Bor_3MW	5145.0	250.8	0.000016	0.000182	0.000487	0.000042	0.000726	1377
373.Bor_3MW	5145.1	251.4	0.000017	0.000232	0.000478	0.000044	0.000771	1297
374.Bor_3MW	5145.2	252.0	0.000022	0.000491	0.000475	0.000047	0.001035	966
375.Bor_3MW	5145.6	254.4	0.000030	0.000553	0.000460	0.000049	0.001091	916
376.Bor_3MW	5145.7	255.0	0.000017	0.000247	0.000453	0.000045	0.000763	1311
377.Bor_3MW	5145.8	255.6	0.000014	0.000116	0.000452	0.000043	0.000625	1599
378.Bor_3MW	5145.9	256.2	0.000014	0.000103	0.000454	0.000042	0.000613	1631
379.Bor_3MW	5146.0	256.8	0.000013	0.000098	0.000449	0.000042	0.000602	1662
380.Bor_3MW	5146.1	257.4	0.000013	0.000094	0.000446	0.000042	0.000594	1682
381.Bor_3MW	5146.2	258.0	0.000012	0.000091	0.000447	0.000041	0.000591	1692
382.Bor_3MW	5146.3	258.7	0.000012	0.000083	0.000442	0.000041	0.000578	1729
383.Bor_3MW	5144.1	247.4	0.000008	0.000344	0.000528	0.000044	0.000923	1083
384.Bor_3MW	5144.2	248.0	0.000007	0.000125	0.000519	0.000041	0.000692	1445
385.Bor_3MW	5144.3	248.6	0.000008	0.000084	0.000511	0.000041	0.000643	1555
386.Bor_3MW	5144.4	249.2	0.000007	0.000071	0.000500	0.000041	0.000619	1615
387.Bor_3MW	5144.5	249.8	0.000007	0.000059	0.000485	0.000041	0.000592	1689
388.Bor_3MW	5144.6	250.4	0.000008	0.000051	0.000475	0.000041	0.000574	1742
389.Bor_3MW	5144.7	251.0	0.000008	0.000051	0.000464	0.000041	0.000563	1775
390.Bor_3MW	5144.8	251.6	0.000008	0.000090	0.000460	0.000043	0.000601	1665
391.Bor_3MW	5144.9	252.2	0.000009	0.000196	0.000453	0.000045	0.000703	1423
392.Bor_3MW	5145.0	252.8	0.000011	0.000413	0.000449	0.000048	0.000922	1085
393.Bor_3MW	5145.4	255.8	0.000012	0.000311	0.000437	0.000048	0.000808	1237
394.Bor_3MW	5145.5	256.4	0.000008	0.000143	0.000438	0.000044	0.000634	1578
395.Bor_3MW	5145.6	257.0	0.000007	0.000065	0.000439	0.000042	0.000554	1805
396.Bor_3MW	5145.7	257.6	0.000007	0.000031	0.000433	0.000041	0.000513	1950
397.Bor_3MW	5143.8	248.2	0.000004	0.000237	0.000496	0.000043	0.000780	1283
398.Bor_3MW	5143.9	248.8	0.000003	0.000083	0.000490	0.000041	0.000617	1622
399.Bor_3MW	5144.0	249.4	0.000003	0.000026	0.000485	0.000039	0.000553	1810

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
400.Bor_3MW	5144.1	250.0	0.000004	0.000015	0.000474	0.000038	0.000530	1886
401.Bor_3MW	5144.2	250.6	0.000003	0.000013	0.000457	0.000037	0.000511	1959
402.Bor_3MW	5144.3	251.1	0.000004	0.000013	0.000451	0.000038	0.000506	1976
403.Bor_3MW	5144.4	251.7	0.000004	0.000033	0.000445	0.000041	0.000523	1913
404.Bor_3MW	5144.5	252.3	0.000004	0.000074	0.000439	0.000044	0.000561	1782
405.Bor_3MW	5144.6	252.9	0.000005	0.000165	0.000433	0.000046	0.000649	1540
406.Bor_3MW	5144.7	253.5	0.000007	0.000338	0.000432	0.000049	0.000825	1212
407.Bor_3MW	5144.8	254.1	0.000018	0.000696	0.000432	0.000053	0.001199	834
408.Bor_3MW	5145.1	256.5	0.000009	0.000401	0.000422	0.000049	0.000882	1134
409.Bor_3MW	5145.2	257.1	0.000005	0.000188	0.000425	0.000046	0.000664	1506
410.Bor_3MW	5143.5	248.3	0.000003	0.000454	0.000479	0.000045	0.000981	1020
411.Bor_3MW	5143.5	248.9	0.000002	0.000161	0.000473	0.000043	0.000679	1474
412.Bor_3MW	5143.6	249.5	0.000002	0.000055	0.000466	0.000041	0.000563	1776
413.Bor_3MW	5143.7	250.1	0.000001	0.000017	0.000461	0.000039	0.000518	1932
414.Bor_3MW	5143.8	250.7	0.000001	0.000005	0.000448	0.000036	0.000491	2038
415.Bor_3MW	5143.9	251.3	0.000002	0.000004	0.000436	0.000036	0.000477	2095
416.Bor_3MW	5144.0	251.9	0.000002	0.000009	0.000429	0.000038	0.000478	2091
417.Bor_3MW	5144.1	252.5	0.000002	0.000023	0.000426	0.000041	0.000492	2034
418.Bor_3MW	5144.2	253.1	0.000002	0.000058	0.000420	0.000044	0.000524	1909
419.Bor_3MW	5144.3	253.7	0.000002	0.000126	0.000419	0.000046	0.000594	1684
420.Bor_3MW	5144.4	254.3	0.000004	0.000294	0.000417	0.000050	0.000764	1309
421.Bor_3MW	5144.5	254.9	0.000010	0.000659	0.000416	0.000054	0.001140	877
422.Bor_3MW	5142.9	249.8	0.000001	0.000222	0.000433	0.000046	0.000701	1426
423.Bor_3MW	5143.0	250.4	0.000000	0.000080	0.000426	0.000043	0.000550	1818
424.Bor_3MW	5143.1	251.0	0.000000	0.000025	0.000424	0.000040	0.000489	2045
425.Bor_3MW	5143.2	251.6	0.000000	0.000007	0.000419	0.000038	0.000464	2154
426.Bor_3MW	5143.3	252.2	0.000000	0.000002	0.000416	0.000037	0.000455	2197
427.Bor_3MW	5143.4	252.8	0.000000	0.000002	0.000406	0.000037	0.000446	2244
428.Bor_3MW	5143.5	253.4	0.000000	0.000005	0.000397	0.000039	0.000442	2262
429.Bor_3MW	5143.6	254.0	0.000000	0.000014	0.000395	0.000042	0.000451	2216
430.Bor_3MW	5143.6	254.6	0.000001	0.000041	0.000392	0.000045	0.000479	2089
431.Bor_3MW	5143.7	255.2	0.000001	0.000111	0.000390	0.000048	0.000550	1818
432.Bor_3MW	5143.8	255.8	0.000002	0.000266	0.000390	0.000052	0.000710	1409
433.Bor_3MW	5143.9	256.4	0.000006	0.000595	0.000390	0.000055	0.001046	956
434.Bor_3MW	5142.5	250.0	0.000001	0.000402	0.000419	0.000048	0.000870	1150
435.Bor_3MW	5142.6	250.6	0.000000	0.000167	0.000414	0.000047	0.000628	1593
436.Bor_3MW	5142.7	251.2	0.000000	0.000058	0.000410	0.000044	0.000512	1951
437.Bor_3MW	5142.8	251.8	0.000000	0.000016	0.000407	0.000041	0.000464	2155
438.Bor_3MW	5142.9	252.4	0.000000	0.000005	0.000407	0.000039	0.000450	2221
439.Bor_3MW	5143.0	253.0	0.000000	0.000002	0.000402	0.000037	0.000441	2266
440.Bor_3MW	5143.1	253.6	0.000000	0.000002	0.000392	0.000039	0.000433	2311
441.Bor_3MW	5143.2	254.2	0.000000	0.000005	0.000384	0.000040	0.000429	2331
442.Bor_3MW	5143.3	254.8	0.000000	0.000013	0.000383	0.000042	0.000439	2279
443.Bor_3MW	5143.4	255.4	0.000000	0.000038	0.000381	0.000045	0.000464	2153
444.Bor_3MW	5143.5	256.0	0.000001	0.000104	0.000380	0.000048	0.000534	1874
445.Bor_3MW	5142.3	250.7	0.000000	0.000325	0.000404	0.000049	0.000779	1284
446.Bor_3MW	5142.3	251.3	0.000000	0.000121	0.000398	0.000047	0.000567	1763
447.Bor_3MW	5142.4	251.9	0.000000	0.000038	0.000393	0.000045	0.000476	2100
448.Bor_3MW	5142.5	252.5	0.000000	0.000011	0.000394	0.000042	0.000447	2236
449.Bor_3MW	5142.6	253.1	0.000000	0.000004	0.000396	0.000039	0.000439	2279
450.Bor_3MW	5142.7	253.7	0.000000	0.000001	0.000388	0.000038	0.000427	2340
451.Bor_3MW	5142.8	254.3	0.000000	0.000002	0.000381	0.000040	0.000424	2361
452.Bor_3MW	5142.9	254.9	0.000000	0.000005	0.000376	0.000041	0.000422	2371
453.Bor_3MW	5141.9	250.9	0.000000	0.000624	0.000399	0.000053	0.001076	930
454.Bor_3MW	5142.0	251.5	0.000000	0.000235	0.000391	0.000050	0.000677	1478

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
455.Bor_3MW	5142.1	252.1	0.000000	0.000085	0.000386	0.000048	0.000519	1925
456.Bor_3MW	5142.2	252.7	0.000000	0.000028	0.000386	0.000046	0.000460	2175
457.Bor_3MW	5142.3	253.3	0.000000	0.000009	0.000389	0.000043	0.000441	2270
458.Bor_3MW	5142.3	253.9	0.000000	0.000003	0.000391	0.000041	0.000435	2299
459.Bor_3MW	5142.4	254.5	0.000000	0.000001	0.000383	0.000039	0.000423	2366
460.Bor_3MW	5141.6	251.6	0.000000	0.000470	0.000385	0.000055	0.000910	1099
461.Bor_3MW	5141.7	252.2	0.000000	0.000180	0.000378	0.000052	0.000611	1638
462.Bor_3MW	5141.8	252.8	0.000000	0.000061	0.000378	0.000049	0.000488	2051
463.Bor_3MW	5141.9	253.4	0.000000	0.000020	0.000377	0.000047	0.000444	2252
464.Bor_3MW	5142.0	254.0	0.000000	0.000006	0.000376	0.000044	0.000425	2351
465.Bor_3MW	5141.3	252.4	0.000000	0.000365	0.000374	0.000057	0.000797	1255
466.Bor_3MW	5141.4	253.0	0.000000	0.000125	0.000370	0.000052	0.000548	1824
467.Bor_3MW	5141.5	253.6	0.000000	0.000043	0.000369	0.000049	0.000461	2170
Totaal per jaar			0.010880	0.082161	0.183309	0.022995	0.299345	3
Dit is eens in .. jaar			92	12	5	43	3	

Tabel E1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario D (3MW)

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	0.010879	92	0.183309	5	0.194188	5
Niet-routegebonden	0.082161	12	0.022996	43	0.105157	10
Totaal	0.093040	11	0.206305	5	0.299345	3

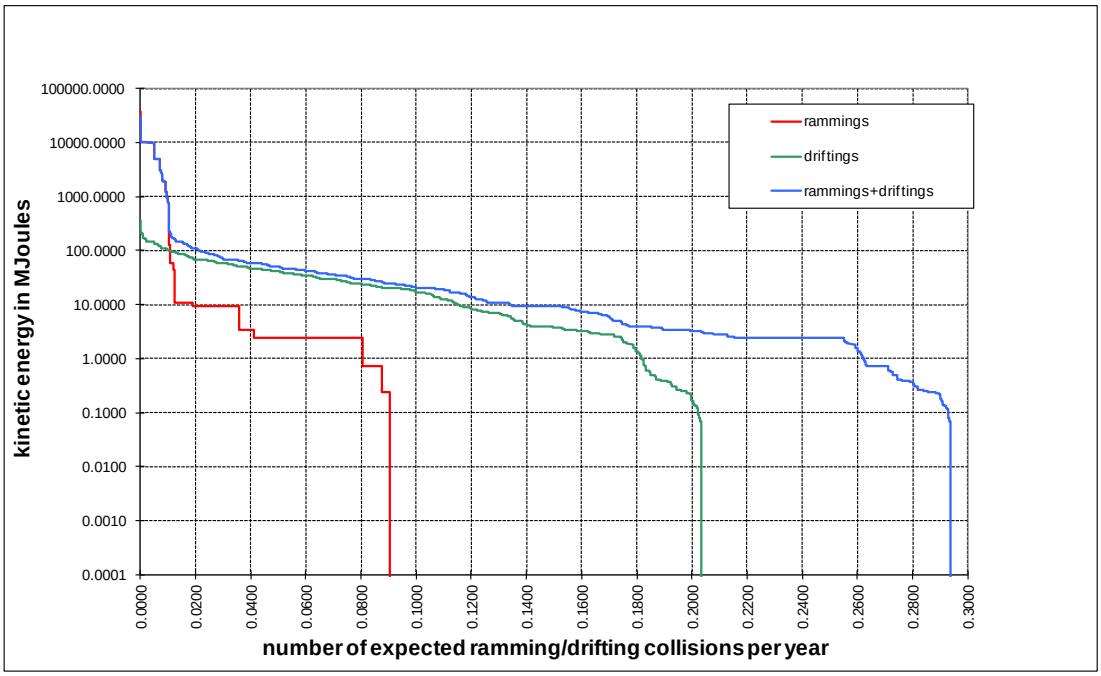
Tabel E1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000026	0.018405	0.000258	0.018689
Chemicaliëntanker	0.000034	0.033855	0.000371	0.034260
Gastanker	0.000006	0.007168	0.000095	0.007269
Container+ RoRo	0.000915	0.063403	0.008295	0.072613
Ferry	0.000008	0.001037	0.000114	0.001158
Overige R-schepen	0.000056	0.053521	0.006622	0.060199
N-schepen	0.000015	0.000002	0.105140	0.105157
Totaal	0.001059	0.177391	0.120895	0.299345

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel E1-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario D (3MW)

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	0.000569	0.000000	0.005118	0.000688	0.001339	0.000688	0.007026	0.007714	130
Scheef	0.000000	0.000000	0.000001	0.000134	0.005368	0.000007	0.005369	0.000141	0.005510	181
Omvallen	0.000051	0.000069	0.000463	0.000505	0.008245	0.000007	0.008759	0.000580	0.009339	107
GosMos[1]	0.000006	0.000007	0.000049	0.000037	0.000000	0.000000	0.000055	0.000044	0.000099	10141
Totaal	0.000057	0.000644	0.000513	0.005794	0.014301	0.001353	0.014871	0.007791	0.022662	44



Figuur E1-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel E1-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario D (3MW)

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%	4.2%	4.2%	0.6%	7.6%	8.2%	0.6%	11.9%	12.5%
1-3	0.0%	13.2%	13.2%	6.1%	0.0%	6.1%	6.1%	13.2%	19.3%
3-5	0.0%	1.7%	1.7%	8.3%	0.0%	8.3%	8.3%	1.7%	10.0%
5-10	0.0%	5.6%	5.6%	7.8%	0.0%	7.8%	7.8%	5.6%	13.4%
10-15	0.0%	2.2%	2.2%	3.0%	0.0%	3.0%	3.0%	2.2%	5.3%
15-50	0.1%	0.0%	0.1%	22.7%	0.0%	22.7%	22.7%	0.0%	22.7%
50-100	0.0%	0.4%	0.4%	9.1%	0.0%	9.1%	9.1%	0.4%	9.5%
100-200	0.1%	0.0%	0.1%	3.4%	0.0%	3.4%	3.5%	0.0%	3.5%
>200	3.5%	0.0%	3.5%	0.3%	0.0%	0.3%	3.7%	0.0%	3.8%
Totaal	3.6%	27.4%	31.1%	61.2%	7.7%	68.9%	64.9%	35.1%	100.0%

Tabel E1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario D (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000020	49572	0.000
20-150	0.002530	395	0.225
150-750	0.004203	238	1.627
750-3000	0.002510	398	3.549
3000-10000	0.000260	3850	0.957
Totaal	0.009523	105	6.357

Tabel E1-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario D (3MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000260	3847	0.127
750-3000	0.000394	2540	0.907
3000-10000	0.002007	498	12.062
10000-30000	0.000346	2886	5.391
30000-100000	0.000009	116611	0.270
Totaal	0.003015	332	18.757

Tabel E1-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele scenario D (3MW)	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
	0.009523	105	6.357	0.003015	332	18.757	80

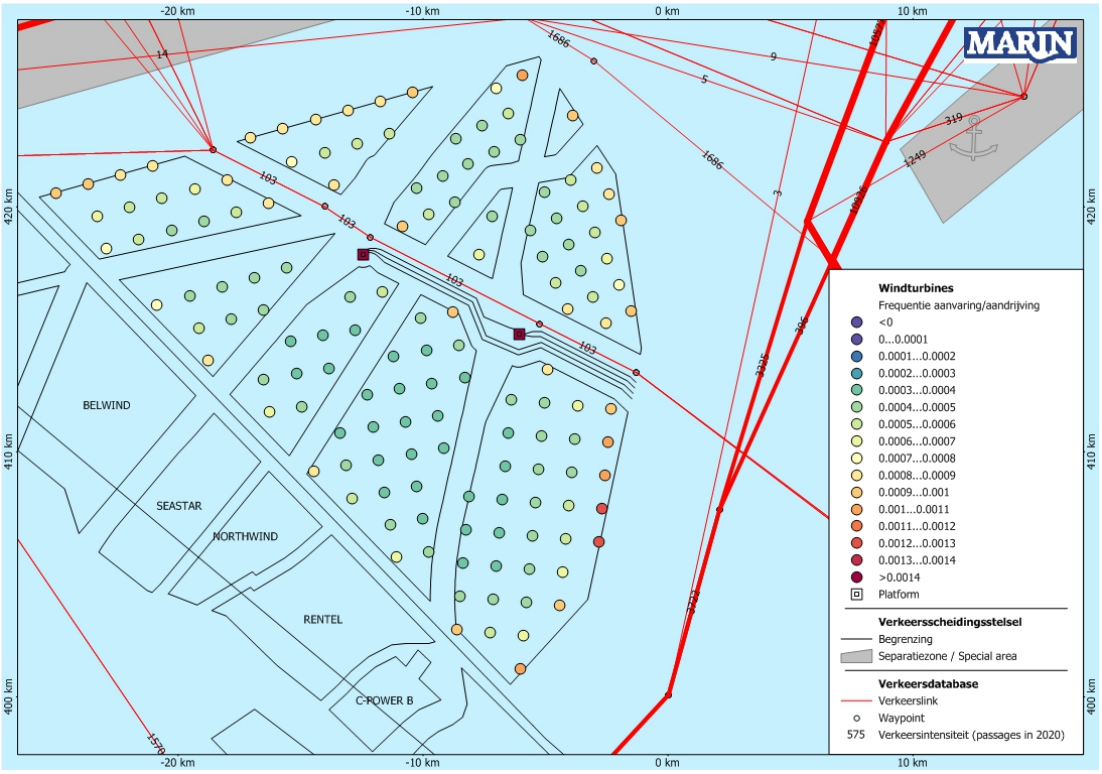
Tabel E1-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000394
Hoog ecologisch risico	0.000078
Gemiddeld ecologisch risico	0.000200
Gering ecologisch risico	0.000786
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000904
Totaal	0.002363
Eens in de … jaar	423

Tabel E1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000003	0.000024	38124	0.91	0.000024	-
Chemicaliëntanker	0.000004	0.000030	29727	1.13	0.000038	-
Gastanker	0.000001	0.000005	162602	0.85	0.000005	-
Container + RoRo	0.000092	0.000824	1092	1.61	0.001474	25240
Ferry	0.000001	0.000007	133333	47.43	0.000356	133333
Overige R-schepen	0.000007	0.000048	17940	1.01	0.000056	-
N-schepen	0.000008	0.000007	68446	0.22	0.000003	-
Totaal	0.000116	0.000944	944	1.85	0.001956	21222

Appendix E2: Resultaten 10MW-variant



Figuur E2-1 ***Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario D (10MW)***

Tabel E2-1 ***Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines windenergiegebied Borssele scenario D (10MW)***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
000.Bor_10MW	5144.2	259.2	0.000005	0.000484	0.000384	0.000045	0.000918	1090
001.Bor_10MW	5144.5	300.1	0.000001	0.000104	0.000380	0.000038	0.000523	1911
002.Bor_10MW	5145.1	259.6	0.000002	0.000024	0.000391	0.000034	0.000451	2217
003.Bor_10MW	5143.6	301.9	0.000002	0.000267	0.000364	0.000043	0.000677	1478
004.Bor_10MW	5144.8	301.0	0.000001	0.000016	0.000382	0.000035	0.000433	2309
005.Bor_10MW	5145.3	300.5	0.000002	0.000003	0.000395	0.000030	0.000430	2326
006.Bor_10MW	5144.5	302.3	0.000001	0.000012	0.000382	0.000035	0.000430	2326
007.Bor_10MW	5145.6	301.4	0.000002	0.000001	0.000405	0.000030	0.000438	2281
008.Bor_10MW	5146.2	301.0	0.000005	0.000007	0.000421	0.000031	0.000464	2156
009.Bor_10MW	5142.5	305.1	0.000016	0.000418	0.000387	0.000044	0.000865	1156
010.Bor_10MW	5143.1	304.6	0.000007	0.000126	0.000378	0.000041	0.000552	1812
011.Bor_10MW	5143.6	304.2	0.000004	0.000035	0.000377	0.000038	0.000454	2204
012.Bor_10MW	5144.2	303.7	0.000003	0.000009	0.000388	0.000036	0.000436	2293
013.Bor_10MW	5145.9	302.3	0.000003	0.000002	0.000408	0.000030	0.000443	2257
014.Bor_10MW	5146.5	301.9	0.000007	0.000014	0.000426	0.000031	0.000478	2093
015.Bor_10MW	5142.2	306.5	0.000045	0.000408	0.000399	0.000045	0.000898	1113
016.Bor_10MW	5142.8	306.0	0.000024	0.000096	0.000396	0.000041	0.000557	1796
017.Bor_10MW	5143.4	305.5	0.000013	0.000024	0.000392	0.000038	0.000467	2140
018.Bor_10MW	5143.9	305.1	0.000007	0.000009	0.000390	0.000036	0.000441	2265
019.Bor_10MW	5144.5	304.6	0.000004	0.000007	0.000396	0.000035	0.000442	2261
020.Bor_10MW	5145.1	304.1	0.000003	0.000007	0.000397	0.000033	0.000441	2268

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
021.Bor_10MW	5146.2	303.2	0.000005	0.000010	0.000417	0.000031	0.000463	2161
022.Bor_10MW	5146.8	302.8	0.000010	0.000030	0.000437	0.000031	0.000509	1963
023.Bor_10MW	5147.3	302.3	0.000045	0.000219	0.000468	0.000033	0.000765	1306
024.Bor_10MW	5142.5	307.4	0.000086	0.000408	0.000423	0.000045	0.000963	1038
025.Bor_10MW	5143.1	306.9	0.000047	0.000209	0.000423	0.000042	0.000721	1387
026.Bor_10MW	5143.6	306.5	0.000025	0.000113	0.000432	0.000040	0.000609	1641
027.Bor_10MW	5144.2	306.0	0.000013	0.000060	0.000406	0.000038	0.000518	1929
028.Bor_10MW	5144.8	305.5	0.000008	0.000056	0.000402	0.000037	0.000503	1988
029.Bor_10MW	5145.3	305.1	0.000006	0.000056	0.000413	0.000036	0.000510	1960
030.Bor_10MW	5147.6	303.2	0.000129	0.000367	0.000500	0.000034	0.001030	971
031.Bor_10MW	5144.5	306.9	0.000025	0.000456	0.000427	0.000042	0.000950	1052
032.Bor_10MW	5145.1	306.5	0.000015	0.000402	0.000427	0.000040	0.000883	1132
033.Bor_10MW	5145.6	306.0	0.000012	0.000389	0.000430	0.000038	0.000870	1150
034.Bor_10MW	5146.8	305.1	0.000031	0.000381	0.000473	0.000036	0.000921	1086
035.Bor_10MW	5135.4	301.6	0.000007	0.000504	0.000339	0.000063	0.000913	1095
036.Bor_10MW	5136.1	301.6	0.000005	0.000085	0.000329	0.000052	0.000471	2125
037.Bor_10MW	5136.9	301.7	0.000003	0.000009	0.000320	0.000043	0.000376	2660
038.Bor_10MW	5137.6	301.8	0.000003	0.000001	0.000324	0.000039	0.000367	2728
039.Bor_10MW	5138.3	301.9	0.000002	0.000000	0.000329	0.000036	0.000368	2718
040.Bor_10MW	5135.3	302.8	0.000018	0.000174	0.000345	0.000056	0.000594	1684
041.Bor_10MW	5136.1	302.8	0.000013	0.000018	0.000338	0.000047	0.000417	2395
042.Bor_10MW	5136.8	302.9	0.000009	0.000002	0.000327	0.000041	0.000380	2635
043.Bor_10MW	5137.5	302.9	0.000007	0.000000	0.000342	0.000038	0.000388	2580
044.Bor_10MW	5138.3	303.0	0.000005	0.000000	0.000335	0.000036	0.000377	2652
045.Bor_10MW	5139.0	303.1	0.000005	0.000000	0.000355	0.000035	0.000395	2531
046.Bor_10MW	5139.7	303.2	0.000004	0.000001	0.000337	0.000037	0.000379	2638
047.Bor_10MW	5140.5	303.2	0.000004	0.000016	0.000343	0.000039	0.000402	2491
048.Bor_10MW	5134.6	303.8	0.000107	0.000501	0.000395	0.000063	0.001065	939
049.Bor_10MW	5135.3	303.9	0.000052	0.000168	0.000369	0.000055	0.000644	1553
050.Bor_10MW	5136.0	304.0	0.000036	0.000055	0.000356	0.000051	0.000497	2012
051.Bor_10MW	5136.8	304.1	0.000027	0.000017	0.000348	0.000046	0.000438	2281
052.Bor_10MW	5137.5	304.1	0.000021	0.000005	0.000346	0.000042	0.000414	2416
053.Bor_10MW	5138.2	304.2	0.000016	0.000003	0.000350	0.000041	0.000409	2444
054.Bor_10MW	5139.0	304.3	0.000013	0.000003	0.000357	0.000039	0.000412	2428
055.Bor_10MW	5139.7	304.3	0.000011	0.000005	0.000351	0.000039	0.000406	2463
056.Bor_10MW	5140.4	304.4	0.000011	0.000048	0.000347	0.000041	0.000447	2237
057.Bor_10MW	5141.2	304.5	0.000011	0.000409	0.000366	0.000045	0.000831	1204
058.Bor_10MW	5136.0	305.2	0.000111	0.000413	0.000382	0.000053	0.000959	1042
059.Bor_10MW	5136.7	305.2	0.000083	0.000151	0.000380	0.000051	0.000664	1505
060.Bor_10MW	5137.5	305.3	0.000073	0.000050	0.000369	0.000047	0.000539	1857
061.Bor_10MW	5138.2	305.4	0.000057	0.000040	0.000383	0.000046	0.000525	1904
062.Bor_10MW	5138.9	305.5	0.000046	0.000039	0.000357	0.000044	0.000486	2058
063.Bor_10MW	5139.7	305.5	0.000038	0.000039	0.000360	0.000043	0.000481	2081
064.Bor_10MW	5140.4	305.6	0.000035	0.000156	0.000372	0.000046	0.000608	1645
065.Bor_10MW	5137.4	306.5	0.000367	0.000430	0.000410	0.000054	0.001262	792
066.Bor_10MW	5138.1	306.5	0.000310	0.000442	0.000407	0.000054	0.001213	824
067.Bor_10MW	5138.9	306.6	0.000226	0.000424	0.000384	0.000054	0.001089	918
068.Bor_10MW	5139.6	306.7	0.000163	0.000414	0.000386	0.000053	0.001016	984
069.Bor_10MW	5140.4	306.8	0.000125	0.000414	0.000406	0.000051	0.000997	1003
070.Bor_10MW	5140.0	254.7	0.000000	0.000285	0.000330	0.000053	0.000668	1496
071.Bor_10MW	5140.7	254.4	0.000000	0.000074	0.000344	0.000047	0.000464	2154
072.Bor_10MW	5138.8	256.3	0.000000	0.000497	0.000317	0.000056	0.000870	1150
073.Bor_10MW	5140.2	255.8	0.000000	0.000037	0.000331	0.000045	0.000413	2423
074.Bor_10MW	5140.9	255.6	0.000000	0.000007	0.000337	0.000040	0.000384	2604
075.Bor_10MW	5141.6	255.3	0.000000	0.000002	0.000354	0.000036	0.000391	2556

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
076.Bor_10MW	5138.2	257.7	0.000000	0.000201	0.000318	0.000050	0.000570	1756
077.Bor_10MW	5138.9	257.4	0.000000	0.000057	0.000318	0.000046	0.000422	2372
078.Bor_10MW	5139.6	257.2	0.000000	0.000015	0.000321	0.000042	0.000379	2640
079.Bor_10MW	5141.0	256.7	0.000000	0.000001	0.000341	0.000036	0.000378	2646
080.Bor_10MW	5141.8	256.5	0.000000	0.000001	0.000350	0.000035	0.000385	2595
081.Bor_10MW	5136.9	259.3	0.000001	0.000312	0.000317	0.000052	0.000682	1466
082.Bor_10MW	5137.6	259.1	0.000001	0.000081	0.000313	0.000045	0.000439	2277
083.Bor_10MW	5138.4	258.8	0.000000	0.000023	0.000314	0.000043	0.000381	2628
084.Bor_10MW	5139.1	258.6	0.000000	0.000006	0.000332	0.000040	0.000379	2638
085.Bor_10MW	5139.8	258.3	0.000000	0.000002	0.000321	0.000038	0.000360	2776
086.Bor_10MW	5140.5	258.1	0.000000	0.000000	0.000332	0.000035	0.000367	2723
087.Bor_10MW	5141.9	257.6	0.000000	0.000004	0.000334	0.000038	0.000376	2657
088.Bor_10MW	5142.6	257.4	0.000000	0.000026	0.000347	0.000041	0.000413	2420
089.Bor_10MW	5137.1	300.5	0.000001	0.000041	0.000318	0.000043	0.000405	2472
090.Bor_10MW	5137.8	300.2	0.000001	0.000008	0.000311	0.000039	0.000360	2780
091.Bor_10MW	5138.5	300.0	0.000001	0.000002	0.000326	0.000037	0.000365	2738
092.Bor_10MW	5139.2	259.8	0.000000	0.000001	0.000327	0.000035	0.000363	2758
093.Bor_10MW	5139.9	259.5	0.000000	0.000000	0.000344	0.000033	0.000378	2644
094.Bor_10MW	5140.6	259.2	0.000000	0.000000	0.000342	0.000034	0.000376	2656
095.Bor_10MW	5141.3	259.0	0.000000	0.000003	0.000328	0.000036	0.000368	2721
096.Bor_10MW	5142.8	258.5	0.000001	0.000139	0.000349	0.000043	0.000532	1881
097.Bor_10MW	5139.4	300.9	0.000001	0.000000	0.000331	0.000032	0.000364	2748
098.Bor_10MW	5140.1	300.7	0.000001	0.000000	0.000348	0.000033	0.000382	2618
099.Bor_10MW	5140.8	300.4	0.000001	0.000001	0.000328	0.000034	0.000364	2749
100.Bor_10MW	5141.5	300.1	0.000000	0.000013	0.000333	0.000037	0.000384	2606
101.Bor_10MW	5142.2	259.9	0.000000	0.000112	0.000336	0.000042	0.000490	2040
102.Bor_10MW	5140.9	301.6	0.000001	0.000008	0.000335	0.000037	0.000381	2625
103.Bor_10MW	5141.6	301.3	0.000001	0.000082	0.000335	0.000041	0.000458	2182
104.Bor_10MW	5142.4	301.0	0.000002	0.000515	0.000341	0.000046	0.000905	1105
105.Bor_10MW	5144.7	246.8	0.000023	0.000316	0.000567	0.000037	0.000943	1061
106.Bor_10MW	5144.9	247.9	0.000025	0.000301	0.000541	0.000036	0.000903	1108
107.Bor_10MW	5145.1	249.1	0.000027	0.000301	0.000517	0.000036	0.000881	1135
108.Bor_10MW	5145.4	250.2	0.000028	0.000328	0.000504	0.000037	0.000897	1115
109.Bor_10MW	5146.0	253.6	0.000035	0.000310	0.000474	0.000038	0.000857	1167
110.Bor_10MW	5146.3	254.8	0.000032	0.000302	0.000471	0.000037	0.000843	1187
111.Bor_10MW	5146.5	255.9	0.000032	0.000284	0.000473	0.000036	0.000825	1213
112.Bor_10MW	5146.7	257.1	0.000032	0.000306	0.000466	0.000036	0.000839	1191
113.Bor_10MW	5146.9	258.3	0.000032	0.000355	0.000465	0.000035	0.000887	1127
114.Bor_10MW	5147.2	259.4	0.000034	0.000386	0.000474	0.000034	0.000929	1077
115.Bor_10MW	5144.2	248.3	0.000005	0.000099	0.000498	0.000034	0.000635	1574
116.Bor_10MW	5144.4	249.4	0.000006	0.000029	0.000479	0.000033	0.000547	1829
117.Bor_10MW	5144.7	250.6	0.000007	0.000039	0.000460	0.000033	0.000540	1851
118.Bor_10MW	5144.9	251.7	0.000009	0.000125	0.000448	0.000037	0.000619	1615
119.Bor_10MW	5145.1	252.9	0.000016	0.000361	0.000444	0.000042	0.000862	1159
120.Bor_10MW	5145.6	255.2	0.000013	0.000272	0.000435	0.000040	0.000759	1317
121.Bor_10MW	5145.8	256.3	0.000010	0.000052	0.000435	0.000034	0.000531	1883
122.Bor_10MW	5146.0	257.5	0.000010	0.000031	0.000432	0.000033	0.000506	1977
123.Bor_10MW	5146.2	258.6	0.000010	0.000033	0.000430	0.000033	0.000506	1976
124.Bor_10MW	5143.5	248.7	0.000002	0.000266	0.000460	0.000037	0.000765	1307
125.Bor_10MW	5143.7	249.9	0.000001	0.000037	0.000451	0.000034	0.000523	1910
126.Bor_10MW	5143.9	251.0	0.000001	0.000004	0.000432	0.000032	0.000469	2133
127.Bor_10MW	5144.2	252.1	0.000002	0.000014	0.000421	0.000034	0.000470	2127
128.Bor_10MW	5144.4	253.3	0.000003	0.000071	0.000414	0.000038	0.000525	1903
129.Bor_10MW	5144.6	254.4	0.000008	0.000378	0.000412	0.000045	0.000843	1186
130.Bor_10MW	5145.1	256.7	0.000007	0.000348	0.000408	0.000044	0.000807	1239

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
131.Bor_10MW	5142.3	250.6	0.000000	0.000323	0.000396	0.000042	0.000761	1314
132.Bor_10MW	5142.5	251.7	0.000000	0.000043	0.000389	0.000039	0.000471	2124
133.Bor_10MW	5142.8	252.9	0.000000	0.000004	0.000388	0.000032	0.000424	2358
134.Bor_10MW	5143.0	254.0	0.000000	0.000001	0.000374	0.000034	0.000410	2439
135.Bor_10MW	5143.2	255.1	0.000000	0.000012	0.000369	0.000037	0.000418	2391
136.Bor_10MW	5141.8	252.1	0.000000	0.000136	0.000371	0.000043	0.000551	1815
137.Bor_10MW	5142.1	253.2	0.000000	0.000013	0.000369	0.000036	0.000417	2396
138.Bor_10MW	5142.3	254.4	0.000000	0.000001	0.000378	0.000035	0.000413	2420
139.Bor_10MW	5141.1	252.4	0.000000	0.000449	0.000362	0.000051	0.000862	1161
Totaal per jaar			0.003066	0.019153	0.053871	0.005628	0.081717	12
Dit is eens in .. jaar			326	52	19	178	12	

Tabel E2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Borssele scenario D (10MW)

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	0.003063	326	0.053872	19	0.056935	18
Niet-routegebonden	0.019153	52	0.005629	178	0.024782	40
Totaal	0.022216	45	0.059501	17	0.081717	12

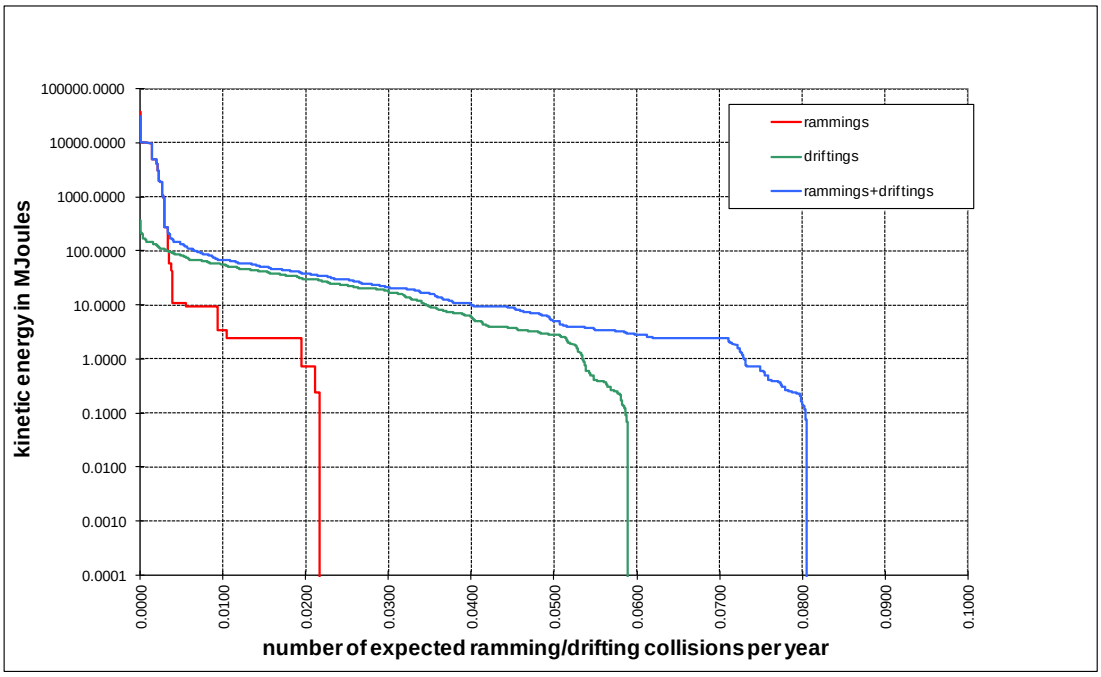
Tabel E2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000008	0.005548	0.000081	0.005637
Chemicaliëntanker	0.000009	0.009930	0.000099	0.010038
Gastanker	0.000001	0.002053	0.000023	0.002077
Container+ RoRo	0.000260	0.019033	0.002356	0.021649
Ferry	0.000002	0.000312	0.000031	0.000345
Overige R-schepen	0.000016	0.015455	0.001720	0.017191
N-schepen	0.000004	0.000002	0.024775	0.024781
alle	0.000301	0.052333	0.029084	0.081718

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel E2-4 Schade aan het totale windenergiegebied Borssele scenario D (10MW)

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	0.001840	0.000000	0.016568	0.002768	0.005623	0.002768	0.024031	0.026799	37
Scheef	0.000001	0.000001	0.000035	0.000335	0.018503	0.000002	0.018539	0.000337	0.018876	53
Omvallen	0.000276	0.000072	0.002454	0.000333	0.032599	0.000004	0.035329	0.000409	0.035738	28
GosMos[1]	0.000030	0.000006	0.000267	0.000031	0.000000	0.000000	0.000297	0.000037	0.000334	2993
Totaal	0.000307	0.001919	0.002756	0.017267	0.053870	0.005629	0.056933	0.024815	0.081747	12



Figuur E2-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Tabel E2-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van Borssele scenario D (10MW)

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%	3.3%	3.3%	0.6%	6.8%	7.4%	0.6%	10.2%	10.8%
1-3	0.0%	11.1%	11.1%	6.2%	0.0%	6.2%	6.2%	11.1%	17.3%
3-5	0.0%	1.4%	1.4%	8.6%	0.0%	8.6%	8.6%	1.4%	10.0%
5-10	0.0%	4.7%	4.7%	8.3%	0.0%	8.3%	8.3%	4.7%	13.0%
10-15	0.0%	2.0%	2.0%	3.3%	0.0%	3.3%	3.3%	2.0%	5.3%
15-50	0.1%	0.0%	0.1%	24.8%	0.0%	24.8%	24.8%	0.0%	24.9%
50-100	0.0%	0.5%	0.5%	10.1%	0.0%	10.1%	10.1%	0.5%	10.5%
100-200	0.1%	0.1%	0.1%	3.8%	0.0%	3.8%	3.9%	0.1%	3.9%
>200	3.6%	0.4%	4.0%	0.3%	0.0%	0.3%	3.9%	0.4%	4.3%
Totaal	3.7%	23.4%	27.2%	65.9%	6.9%	72.8%	69.7%	30.3%	100.0%

Tabel E2-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario D (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000006	180058	0.000
20-150	0.000727	1376	0.065
150-750	0.001242	805	0.484
750-3000	0.000758	1320	1.075
3000-10000	0.000080	12489	0.295
Totaal	0.002812	356	1.918

Tabel E2-7 ***Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windenergiegebied Borssele scenario D (10MW)		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000075	13302	0.037
750-3000	0.000118	8505	0.271
3000-10000	0.000606	1649	3.648
10000-30000	0.000106	9438	1.649
30000-100000	0.000003	380984	0.083
Totaal	0.000908	1102	5.687

Tabel E2-8 ***Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine***

Windenergie-gebied Borssele scenario D (10MW)	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
	0.002812	356	1.918	0.000908	1102	5.687	269

Tabel E2-9 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000115
Hoog ecologisch risico	0.000022
Gemiddeld ecologisch risico	0.000059
Gering ecologisch risico	0.000227
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000261
Totaal	0.000685
Eens in de … jaar	1459

Tabel E2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

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	0.000001	0.000007	121139	1.59	0.000013	-
Chemicaliëntanker	0.000001	0.000008	108755	1.56	0.000014	-
Gastanker	0.000000	0.000001	714286	0.99	0.000001	-
Container + RoRo	0.000026	0.000234	3845	2.47	0.000642	59330
Ferry	0.000000	0.000002	454545	83.05	0.000183	454545
Overige R-schepen	0.000002	0.000014	63371	1.52	0.000024	-
N-schepen	0.000002	0.000002	227790	0.39	0.000002	-
Totaal	0.000033	0.000269	3319	2.92	0.000879	52480

APPENDIX F RESULTATEN VERKEERSSCENARIO ZONDER DOORVAART EN CORRIDOR

In deze studie is uitgegaan van het scenario waarbij windenergiegebied Borssele aanwezig is, doorvaart tot 24 meter toegestaan wordt in het gebied en er geen corridor is voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter (verkeersscenario A). In deze appendix wordt gekeken naar de resultaten voor de aanvaar- en aandrijffrequenties, uitstroom van bunker- en ladingolie en de uitstroom van chemicaliën in het verkeersscenario dat windenergiegebied Borssele aanwezig is maar er geen verkeer toegestaan wordt in het gebied. In dit scenario wordt dus al het verkeer uit windenergiegebied Borssele geweerd.

Het doel van de huidige studie is het bepalen van het effect van de corridor. Daarom is dit scenario (met volledige afsluiting) niet gebruikt in de vergelijking. Daarnaast is de modellering van SAMSON niet toereikend om het effect van volledige doorvaart voor iedere individuele turbine goed te bepalen. Wel is de modellering toereikend om het totale effect van het toelaten van het verkeer in het gebied te berekenen. Daarom kunnen de resultaten van de volledige afsluiting en verkeersscenario A niet zuiver gebruikt worden om de effecten van doorvaart alleen te bepalen (hetgeen ook niet het doel van de studie is).

In Tabel F-1 staat voor het verkeersscenario waarbij helemaal geen verkeer wordt toegelaten tot windenergiegebied Borssele het totaal verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor het gehele windpark en voor de platforms Alpha en Bèta.

Tabel F-1 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor windenergiegebied Borssele per variant, voor het verkeersscenario waarbij windenergiegebied Borssele afgesloten is voor al het verkeer***

Variant **Borssele**	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_3MW	468	0.010632	0.007495	0.182262	0.000545	0.200934
Bor_10MW	140	0.003016	0.004414	0.053631	0.000517	0.061578
Platforms Alpha & Beta		0.000006	0.000000	0.000852	0.000000	0.000859

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine of platform wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. De totale frequentie van een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per variant en voor de platforms is voor dit verkeersscenario gegeven in Tabel F-2.

Naast de uitstroom van olie veroorzaakt ook de uitstroom van chemicaliën schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk. De mate waarin een bepaalde stof schadelijk is, wordt aangeduid met het ecologisch risico. In Tabel F-3 worden de frequenties gegeven van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine of platform.

Tabel F-2 ***Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie voor het verkeersscenario waarbij windenergiegebied Borssele afgesloten is voor al het verkeer***

Variant **Borssele**	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemid-delde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemid-delde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
Bor_3MW[1]	0.009502	105	6.357	0.003016	332	18.757	80
Bor_10MW[1]	0.002808	356	1.920	0.000908	1101	5.688	269
Platforms Alpha & Bèta[1]	0.000044	22714	0.028	0.000014	73301	0.084	17341
Gehele NCP (zonder windparken)[2]	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2

Tabel F-3 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine of platform per variant en voor het verkeersscenario waarbij windenergiegebied Borssele afgesloten is voor al het verkeer***

Variant **Borssele**	Ecologische risico-indicator	
Bor_3MW	Zeer hoog ecologisch risico	0.000395
	Hoog ecologisch risico	0.000079
	Gemiddeld ecologisch risico	0.000200
	Gering ecologisch risico	0.000789
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000906
	Totaal	0.002369
	Eens in de … jaar	422
Bor_10MW	Zeer hoog ecologisch risico	0.000115
	Hoog ecologisch risico	0.000023
	Gemiddeld ecologisch risico	0.000059
	Gering ecologisch risico	0.000228
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000262
	Totaal	0.000687
	Eens in de … jaar	1455
Platforms Alpha & Bèta	Zeer hoog ecologisch risico	0.000003
	Hoog ecologisch risico	0.000001
	Gemiddeld ecologisch risico	0.000001
	Gering ecologisch risico	0.000005
	Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000002
	Totaal	0.000011
	Eens in de … jaar	88814

[1] De uitstroom als gevolg van een aandrijving van een turbine/platform

[2] De uitstroom als gevolg van een ongeval (alle verschillende typen) op het gehele NCP zonder windparken en zonder de platforms in deze studie [11]. Hierbij is nog uitgegaan van de oude routestructuur op de Noordzee, en niet de situatie vanaf augustus 2013.

APPENDIX G TOELICHTING GEBRUIKTE MODELLEN EN METHODE

Effect van een windpark

De aanleg van een windpark heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door een toekomstig 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. De mate waarin de verkeersafwikkeling beïnvloed wordt, hangt af van de grootte en ligging van het windpark. Voor de locatie van het windpark wordt daarom een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon wordt opgenomen. 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 of aandrijving van het windpark bepaald.

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.

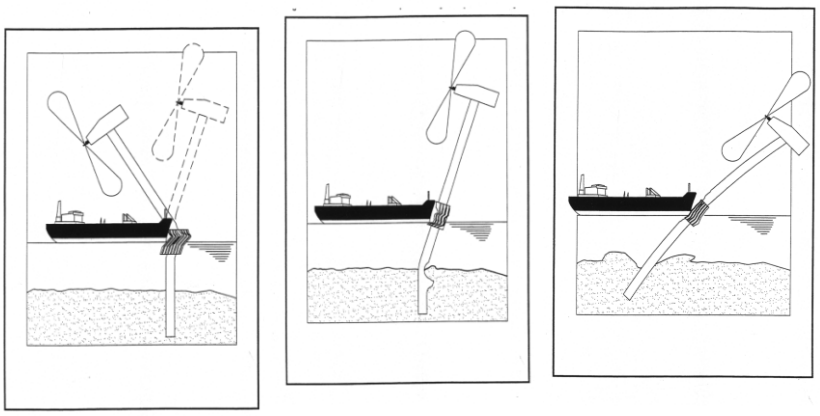
Van de schepen welke in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de maximale energie aanwezig in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met een ander schip of een object komt. 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 wordt gepresenteerd per scheepstype met de daarbij behorende kansen van optreden.

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 [5]. 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 de impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast vast blijft zitten. Tenslotte 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 G-1 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 in geval van knikken.

In Tabel G-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 [5] is gebruikt. Het bovenste deel van Tabel G-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 5-10%) 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 G-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 zijn voor een aanvaring/aandrijving alleen te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt (“Gosmos” in Tabel G-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).

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

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	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						
Schar-nieren	<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

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

Bepalen van persoonlijk letsel

Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende schade in termen van persoonlijk letsel 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 Tabel G-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.

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 c.q. 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" [8] (artikel 8) eisen dat men tijdig en duidelijk actie onderneemt op basis van betrouwbare informatie.
In dit hoofdstuk wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdig actie te ondernemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark[1] 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 G-4). 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 G-2 en Figuur G-3 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 G-2 is nog geen tweede schip te zien en in Figuur G-3 is het tweede schip wel aanwezig (herkenbaar aan het rode stipje juist onder de horizon, links van de rij windturbines op 3/4 van de figuur). Het feit dat het tweede schip slecht te zien is, komt meer door de foto dan door de verstoring van de windturbines.

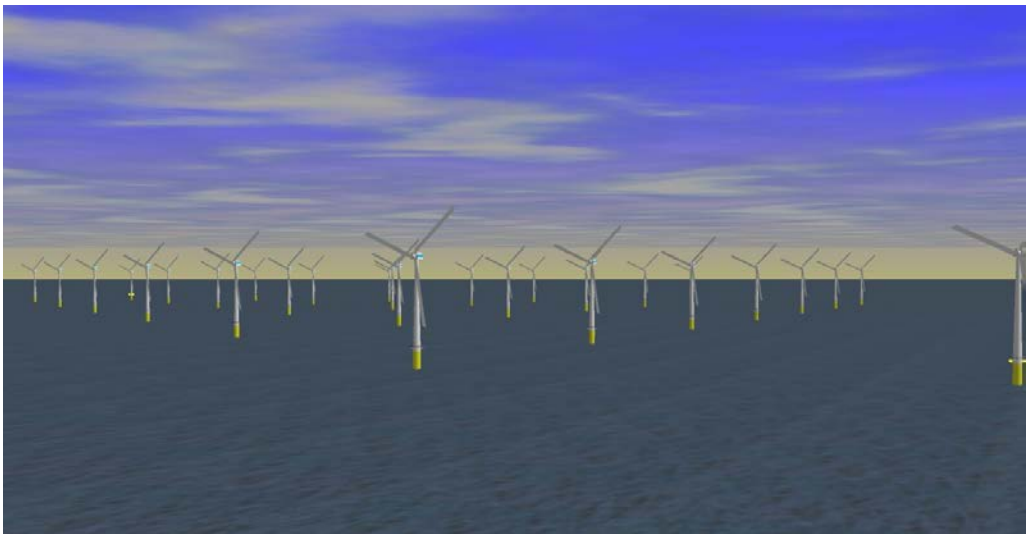
Voor dit scenario zijn de volgende parameters gevarieerd:

1. Dag en nacht;
2. Configuratie van het windpark;
3. Afstand tot het windpark.

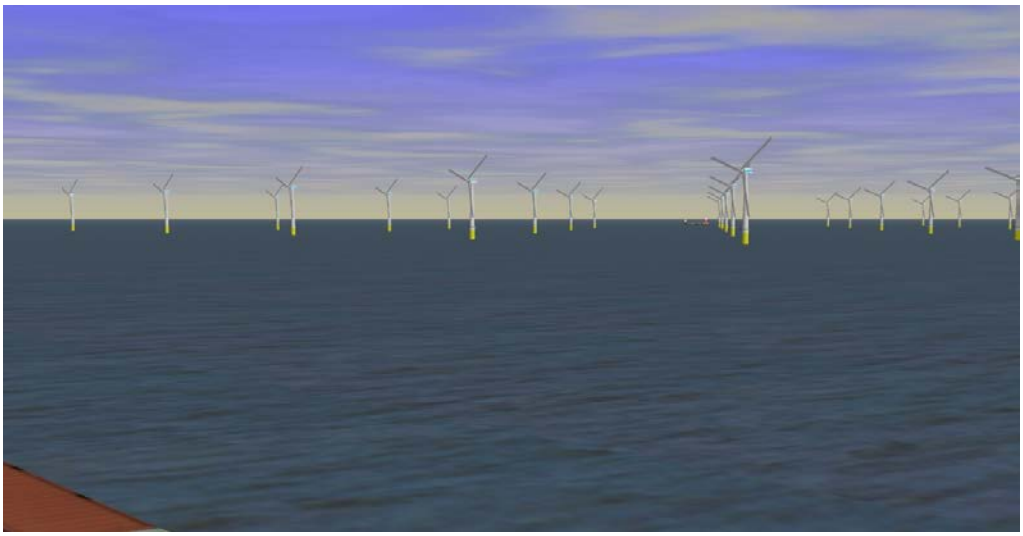
[1] Het gaat hier om een willekeurig windpark en niet het windpark dat in deze studie wordt onderzocht.

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 G-2 Windpark gezien vanaf het eigen schip



Figuur G-3 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 (maximaal) 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 3 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.

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 G-4, Figuur G-5, Figuur G-6 en Figuur G-7, 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 G-8 en in Figuur G-9. 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:

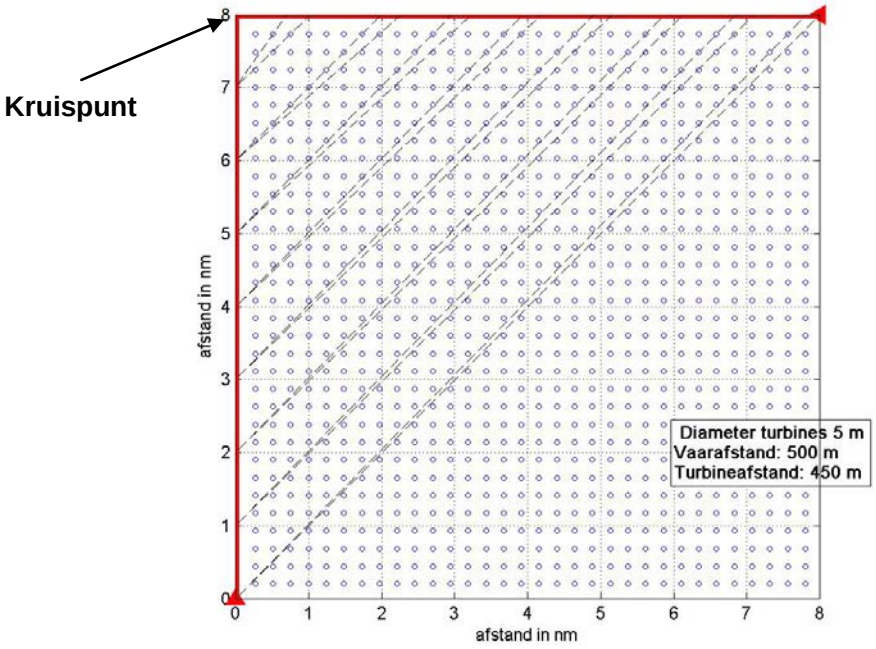
- 40 schaduwstukken groter dan 10 m bevat;
- waarvan 10 schaduwstukken groter dan 20 m;
- waarvan 5 groter dan 30 m;
- waarvan 2 groter dan 40 m;
- een enkele schaduw groter dan 50 m;
- en de maximale schaduw ongeveer 70 m bedraagt.

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.

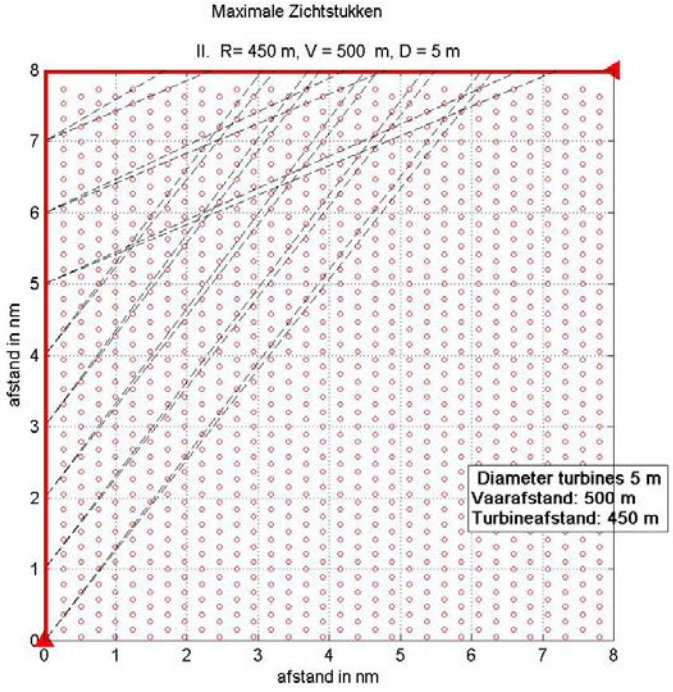
De doorzichtbaarheid verandert als de afstand tot het windpark groter wordt en ook wanneer de afstand tussen de windturbines anders wordt. Om dit te onderzoeken zijn er nog drie opstellingen met elkaar vergeleken, maar dan alleen voor de eerste opstelling met de windturbines in een vierkant. De eerste opstelling in Figuur G-10 is gelijk aan die van Figuur G-4. Figuur G-11 bevat dezelfde opstelling maar dan voor een vaarafstand van 1000 m en Figuur G-12 toont de opstelling die representatief is voor een windpark met 5 MW turbines met een turbineafstand van 580 m en een diameter van 6 m. De plaatjes met de schaduwlengtes worden gegeven in Figuur G-13 en Figuur G-14. Hieruit is duidelijk te halen dat de rode lijn het beste is met de minste schaduwstukken, dus dat de vaarafstand een belangrijke factor is. Hierbij moet opgemerkt worden dat windcats vaak 16 meter en iets langer zijn, waardoor deze gemakkelijk wegvallen in de schaduwstukken die ontstaan als er kort langs een windpark gevaren wordt. 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:

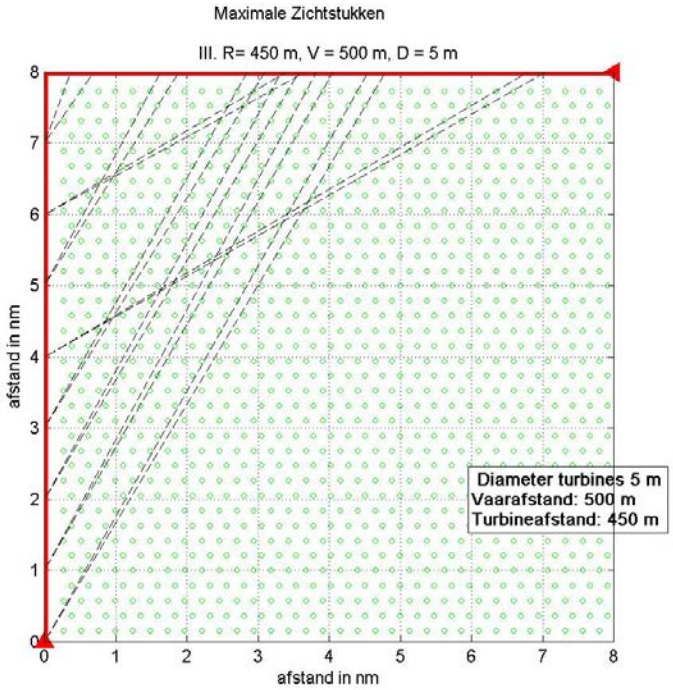
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark is niet erg gevoelig voor de opstelling van de windturbines, mits regelmatig opgesteld in rijen, de versprongen opstelling heeft wel als voordeel dat er meer turbines op dezelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst;
- De ondoorzichtbaarheid wordt bij langs varen 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.



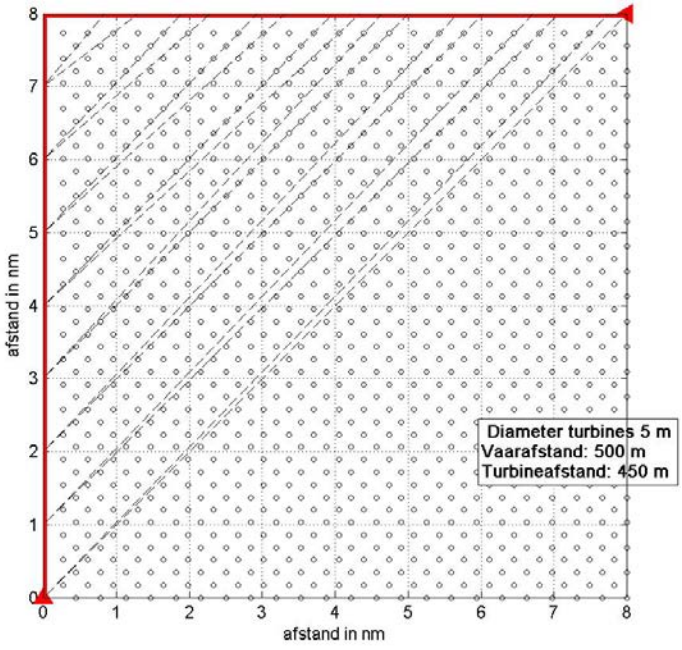
Figuur G-1 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks (I)



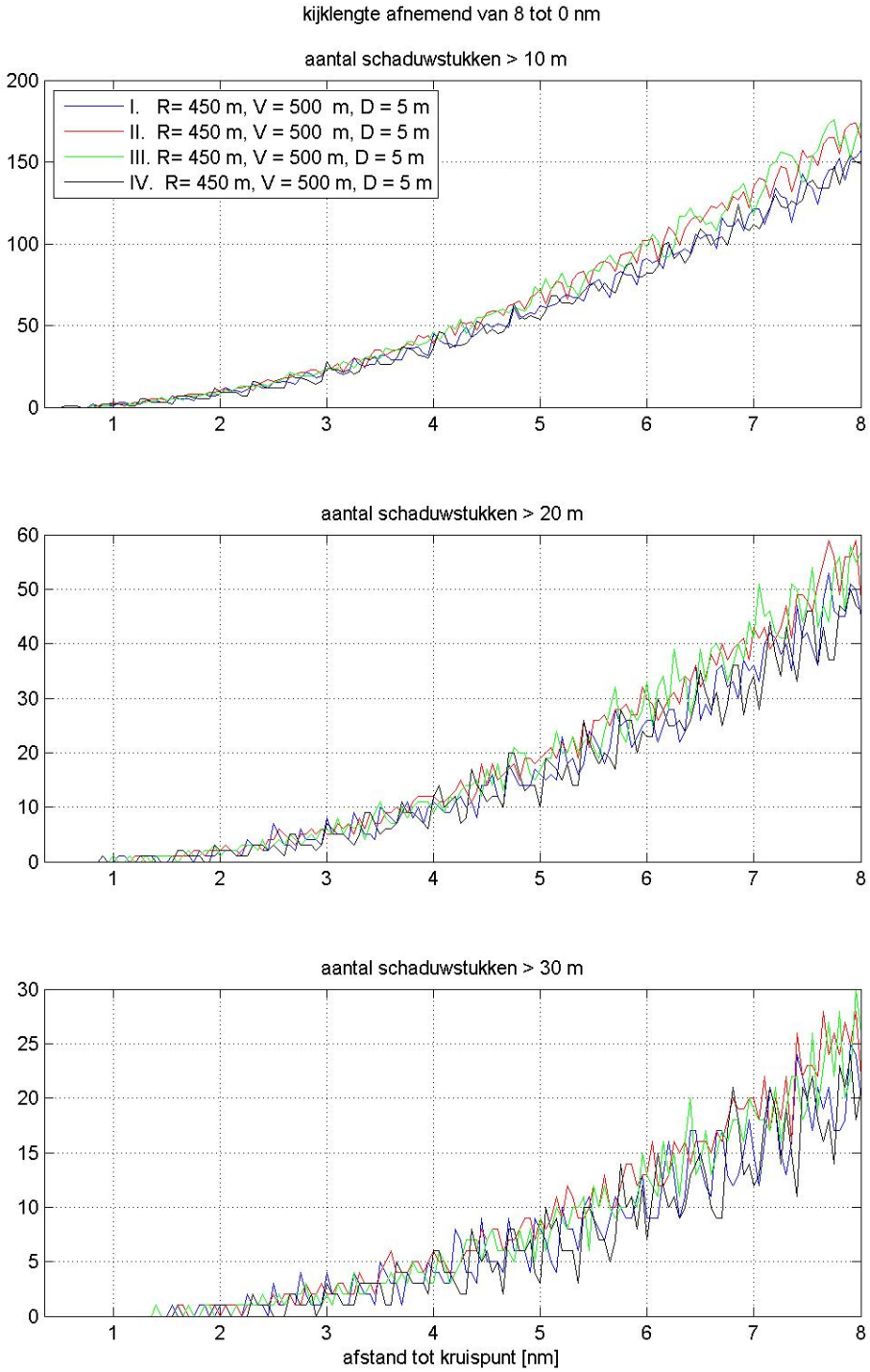
Figuur G-2 Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen (II)



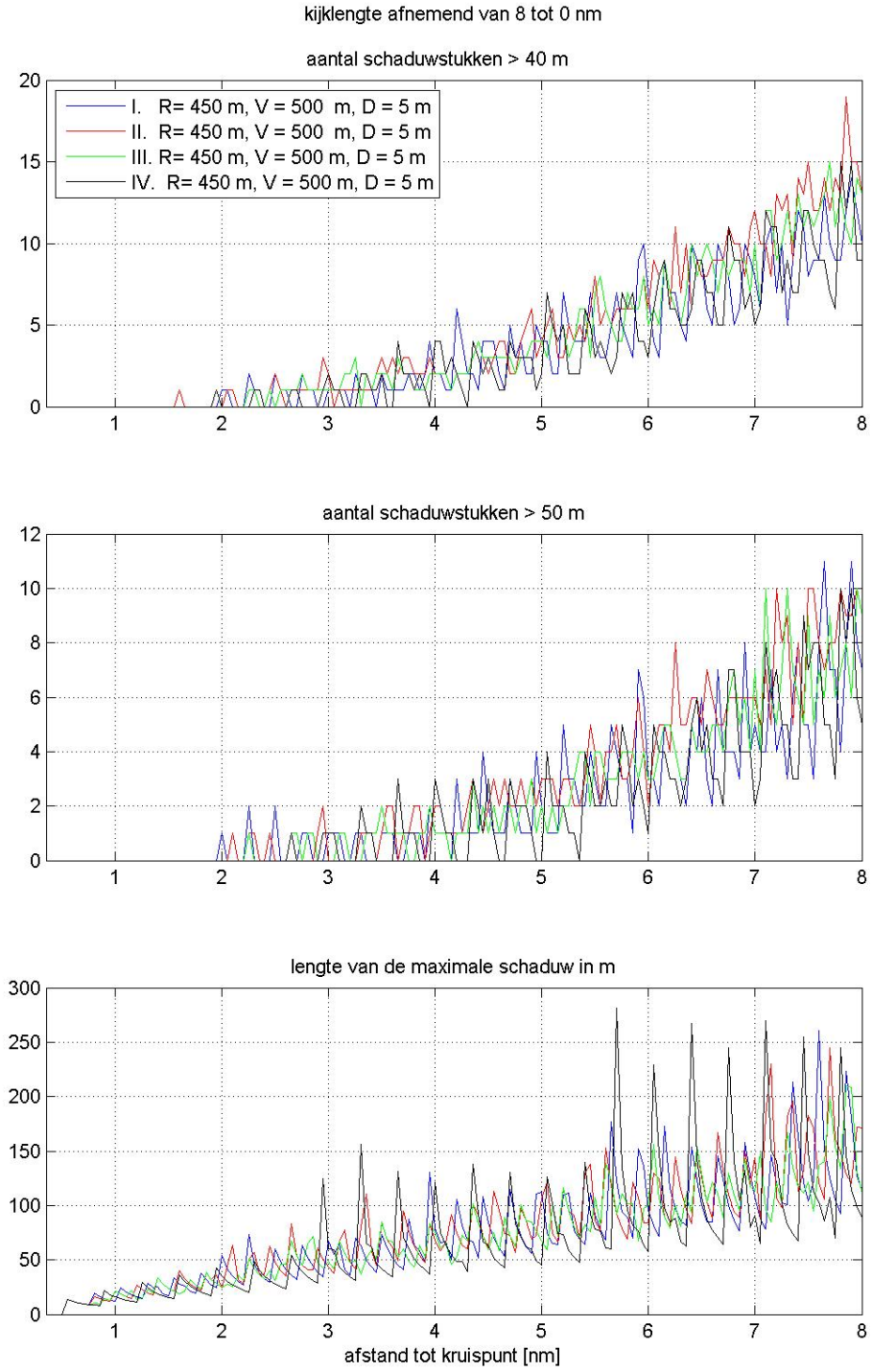
Figuur G-3 Opstelling versprongen maar net als II maar 90º gedraaid (III)



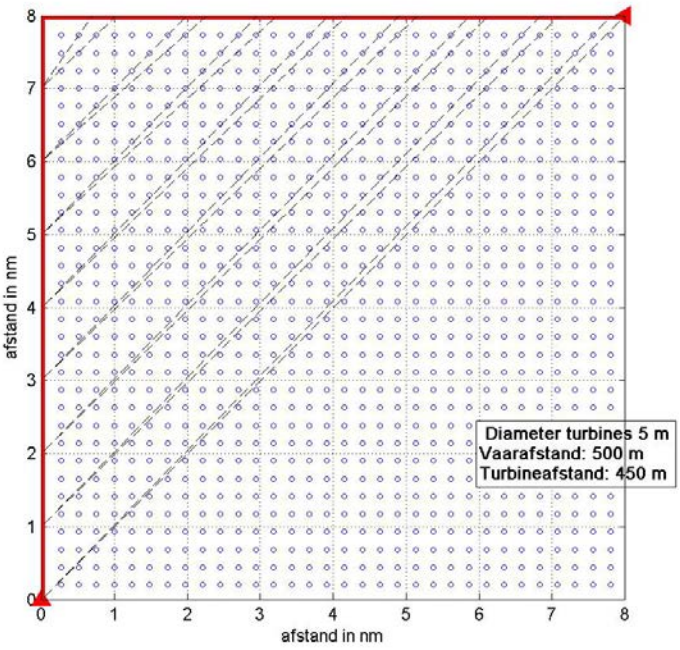
Figuur G-4 Opstelling vierkant als I maar dan 45º gedraaid (IV)



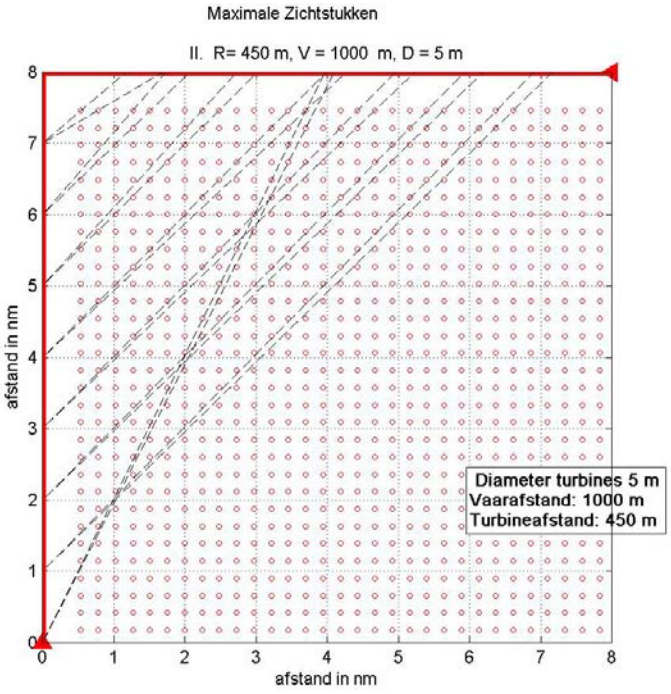
Figuur G-5 Schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m



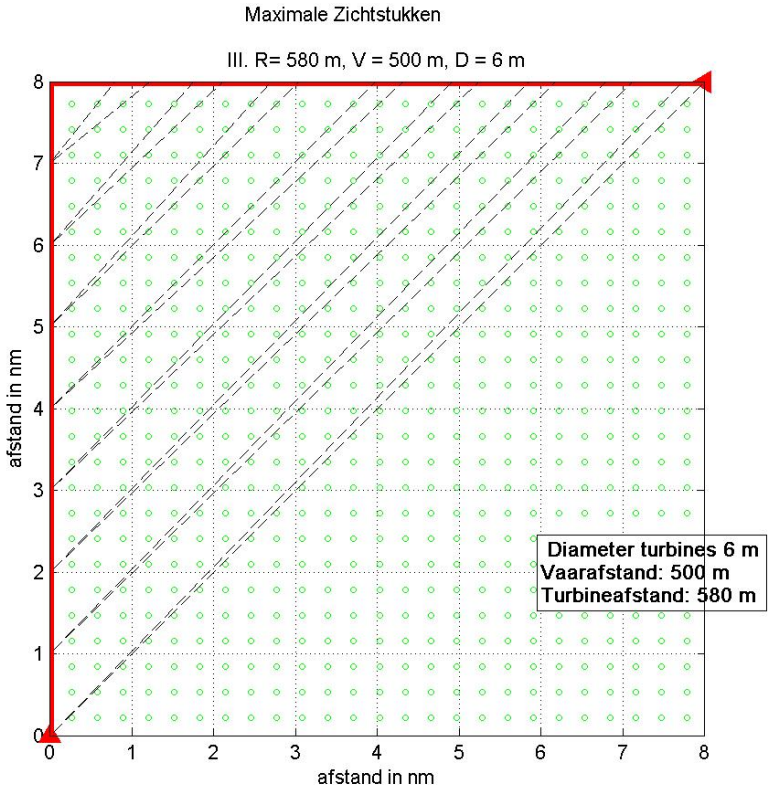
Figuur G-6 Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk



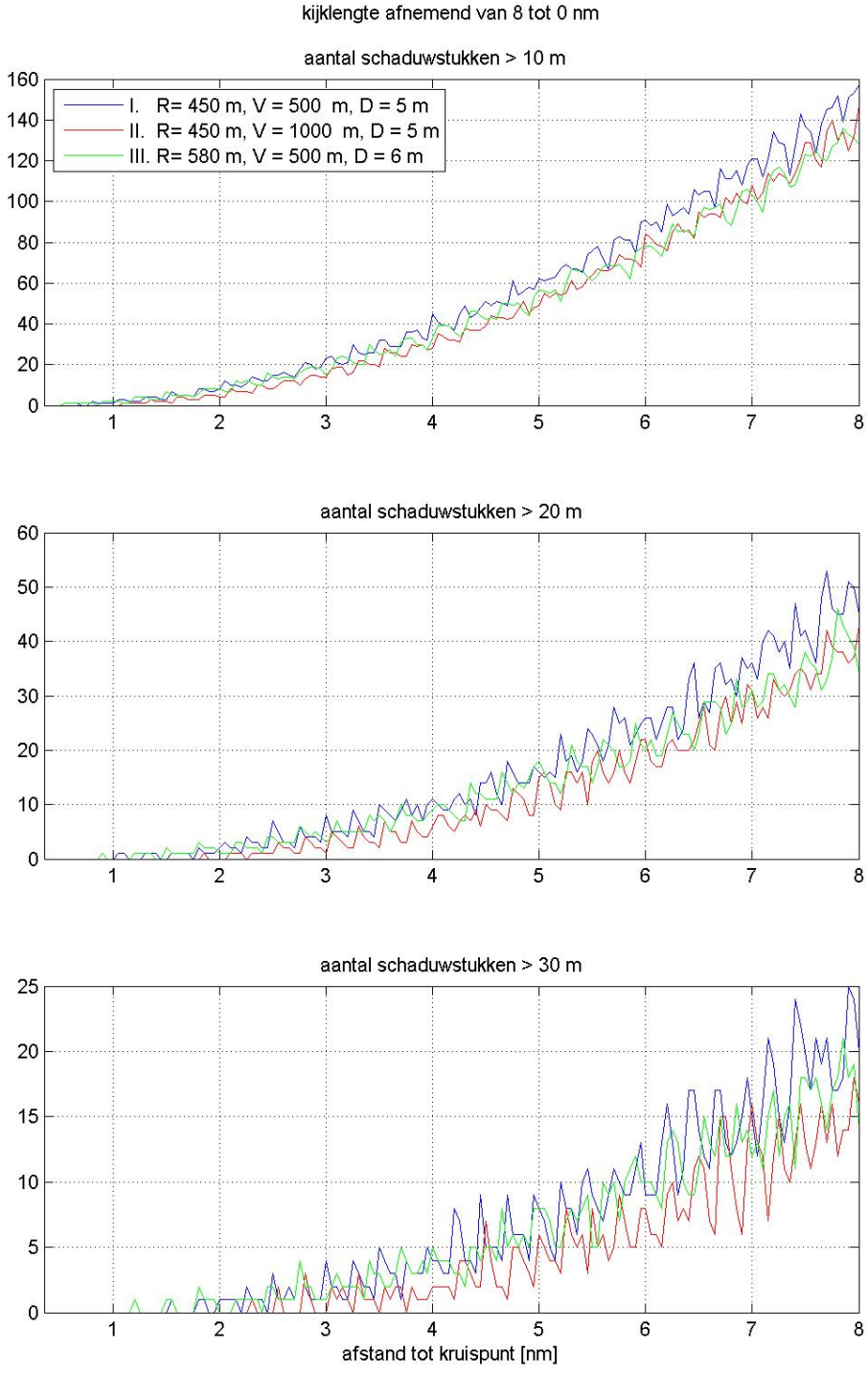
Figuur G-7 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m***



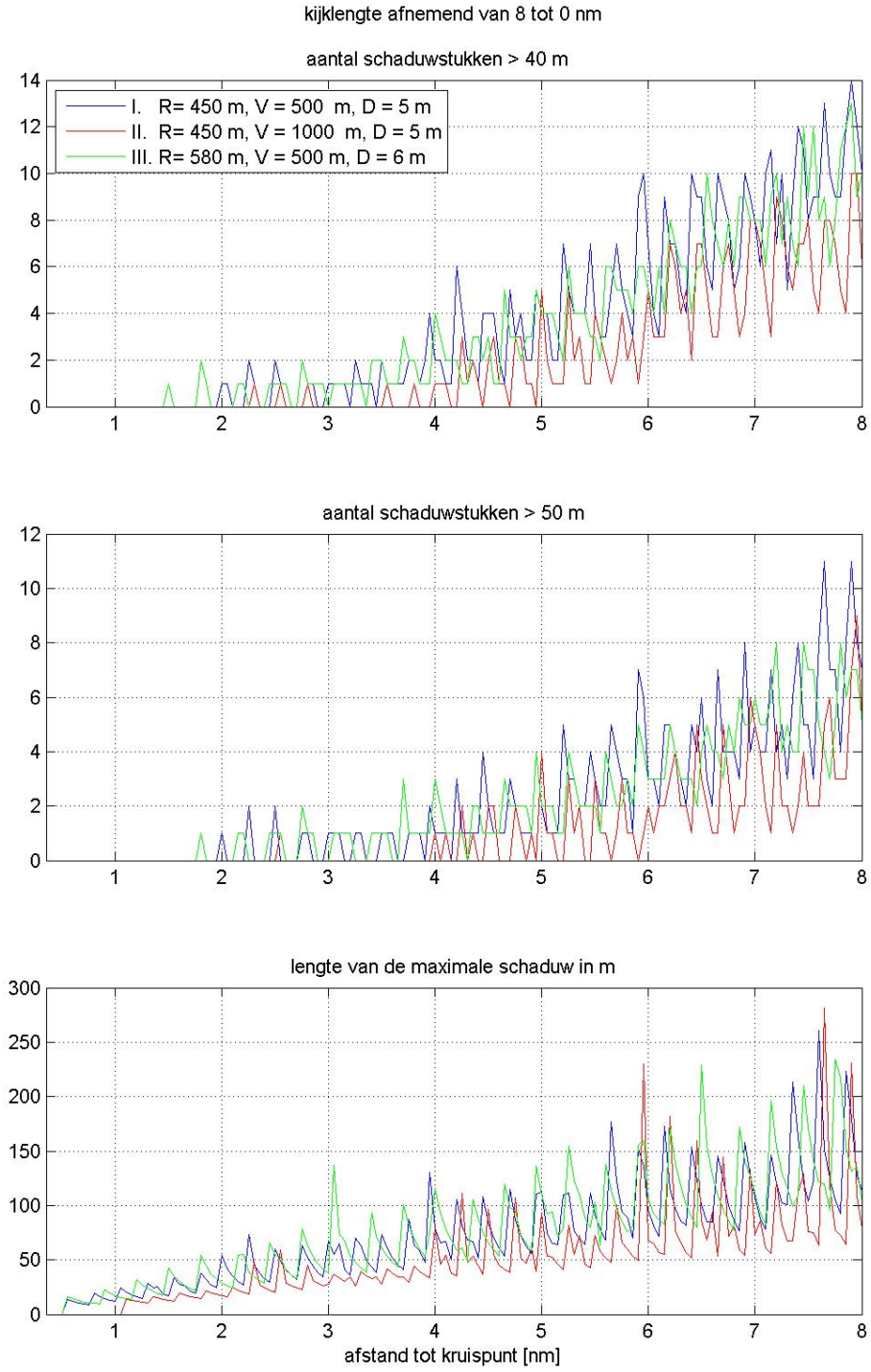
Figuur G-8 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m***



Figuur G-9 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m***



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



Figuur G-11 ***Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse***

APPENDIX H MEMO 'VERKEERSANALYSE RONDOM WINDENERGIEGEBIED BORSSELE'

MARIN

MEMO

To	:	Manon Evers, Tineke Veenbaas, Pieter Jonker, Cor van Duin
From	:	Lieke van Schaijk
CC	:	Yvonne Koldenhof, Erwin van Iperen
Date	:	2015-02-13
Project No	:	27894.605
Subject	:	Verkeersanalyse rondom windenergiegebied Borssele

Windenergiegebied Borssele is ingedeeld in 4 kavels. In opdracht van Grontmij heeft MARIN recent een veiligheidsstudie uitgevoerd naar de effecten van twee van deze kavels (kavels I en II) op de scheepsveiligheid. Als aanvulling hierop heeft EZ MARIN de opdracht gegeven onderzoek te doen naar de effecten van het toelaten van scheepvaart in de corridors tussen de kavels op de scheepvaartveiligheid, welke ontstaan als gevolg van het plaatsen van de infrastructuur benodigd voor het leveren van energie naar land toe en de reeds bestaande infrastructuur aan kabels en leidingen. Het gaat hierbij met name om de oost-westcorridor ter hoogte van de Farland North kabel, maar ook de noord-zuiddoorsnijdingen van tenminste 1500 meter.

In dit memo zal het verkeer in en rondom windenergiegebied Borssele worden bekeken met als doel het bepalen (vaststellen) van het deel van het verkeer dat mogelijk gebruik gaat maken van de scheepvaartcorridors bij het openstellen van deze corridors voor scheepvaart. Hiervoor zijn de verkeersstromen in het windenergiegebied Borssele nader bekeken per scheepstype en –grootte. Als basis is hiervoor gebruik gemaakt van de resultaten voor doorsnedelijnen 423 en 425 uit de netwerkevaluatie uitgevoerd door MARIN in 2014 [1].

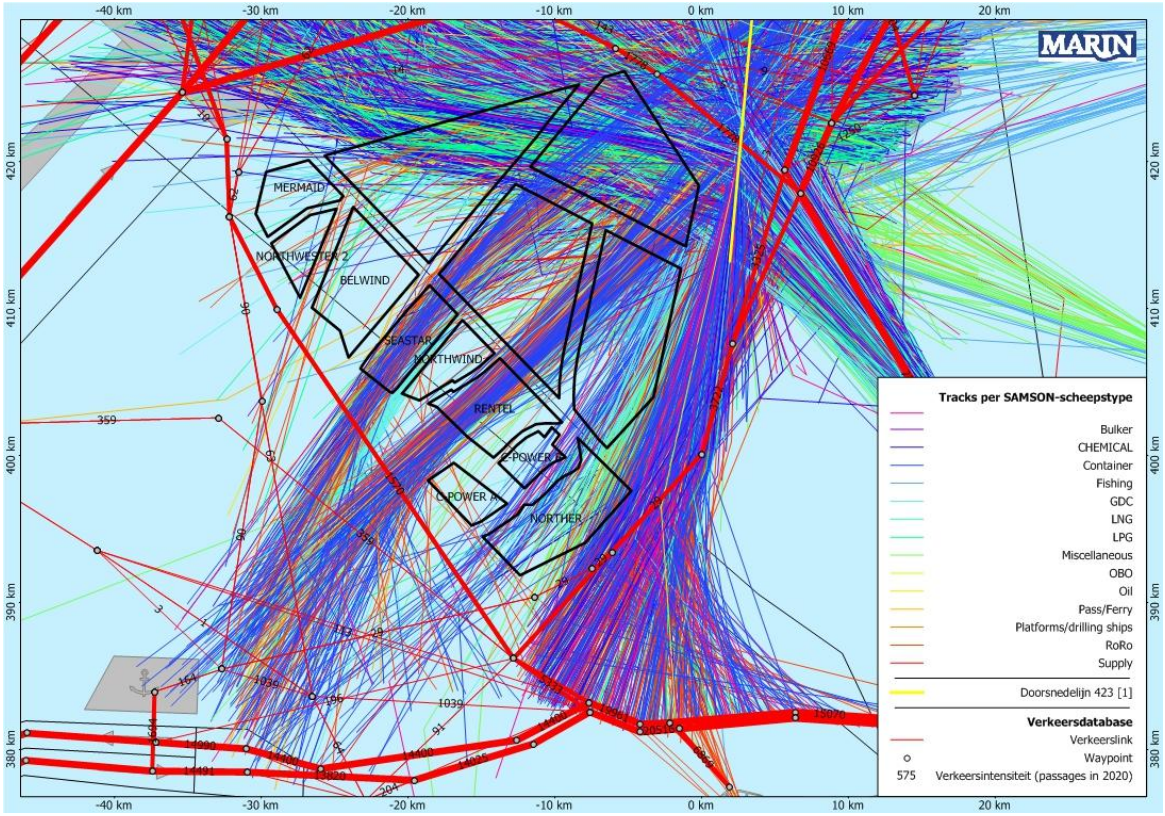
Voor zowel doorsnedelijnen 423 als 425 zijn de tracks behorend bij de passages in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 weergegeven voor het interval twee uur voor de kruising (met de doorsnedelijn) tot en met twee uur na de kruising. De tijdsperiode tussen twee opvolgende berichten per track is 60 minuten waardoor de tracks licht af kunnen wijken van de daadwerkelijke gevaren route. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt in scheepstype en scheepsgrootte. Voor de scheepstypes is de scheepstypenindeling van SAMSON gebruikt, zie Tabel 2-1 in [1], terwijl voor de scheepslengte het meest voorkomende AIS-bericht per MMSI-nummer is gebruikt.

Oost-westcorridor ter hoogte van de Farland North kabel

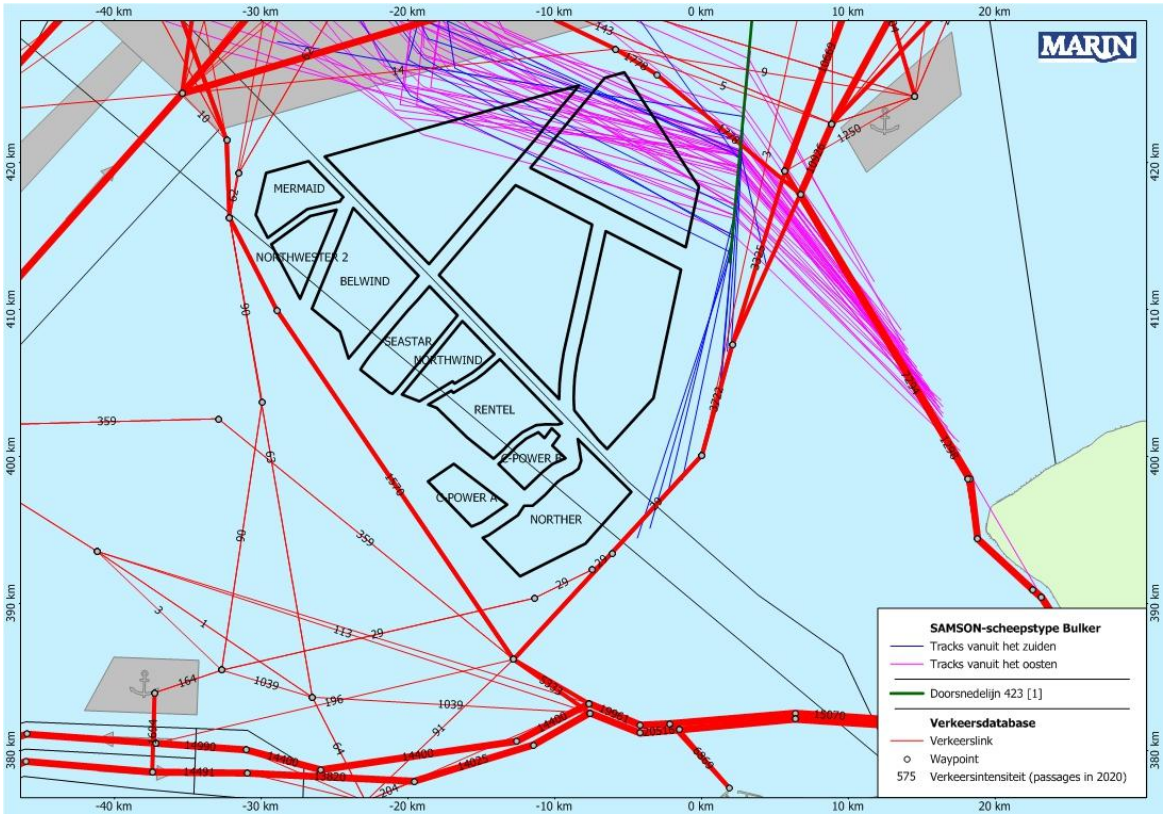
Voor de oost-westcorridor ter hoogte van de Farland North kabel is zowel gekeken naar de tracks behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 als bij de passages van doorsnedelijn 425. Voor doorsnedelijn 423 zijn de tracks per scheepstype weergegeven in Figuur 1. Vanwege het grote aantal track is een verder onderscheid gemaakt per richting waarin de doorsnedelijn wordt gepasseerd (richting het westen of richting het oosten en met welke hoek) en per scheepstype en scheepsgrootte. Voor het verkeer dat doorsnedelijn 423 in westelijke richting passeert is een koers in het interval [270°,300°] aangehouden op het moment van het kruisen van de lijn, voor het verkeer in oostelijke richting een koers in het interval [80°, 200°]. Op deze manier worden enkel de tracks bekeken van de schepen die mogelijk gebruik zullen maken van de oost-westcorridor zodra de kavels gerealiseerd zijn. Daarnaast zijn enkele tracks handmatig verwijderd voor het verkrijgen van een zo goed

mogelijk beeld. Het verkeer dat doorsnedelijn 423 in westelijke richting passeert, wordt per scheepstype weergegeven in Figuur 2 t/m Figuur 14. Uit deze figuren zijn de schepen weggelaten die vanuit het ankergebied komen omdat deze vermoedelijk bovenlangs of rechts langs de kavels varen. De tracks behorend bij deze schepen worden weergegeven in Figuur 15. Verder is er illustratief een onderscheid gemaakt tussen het verkeer dat uit het zuiden (het meeste verkeer vanuit Zeebrugge) en het oosten (vooral vanuit het Oostgat) komt.

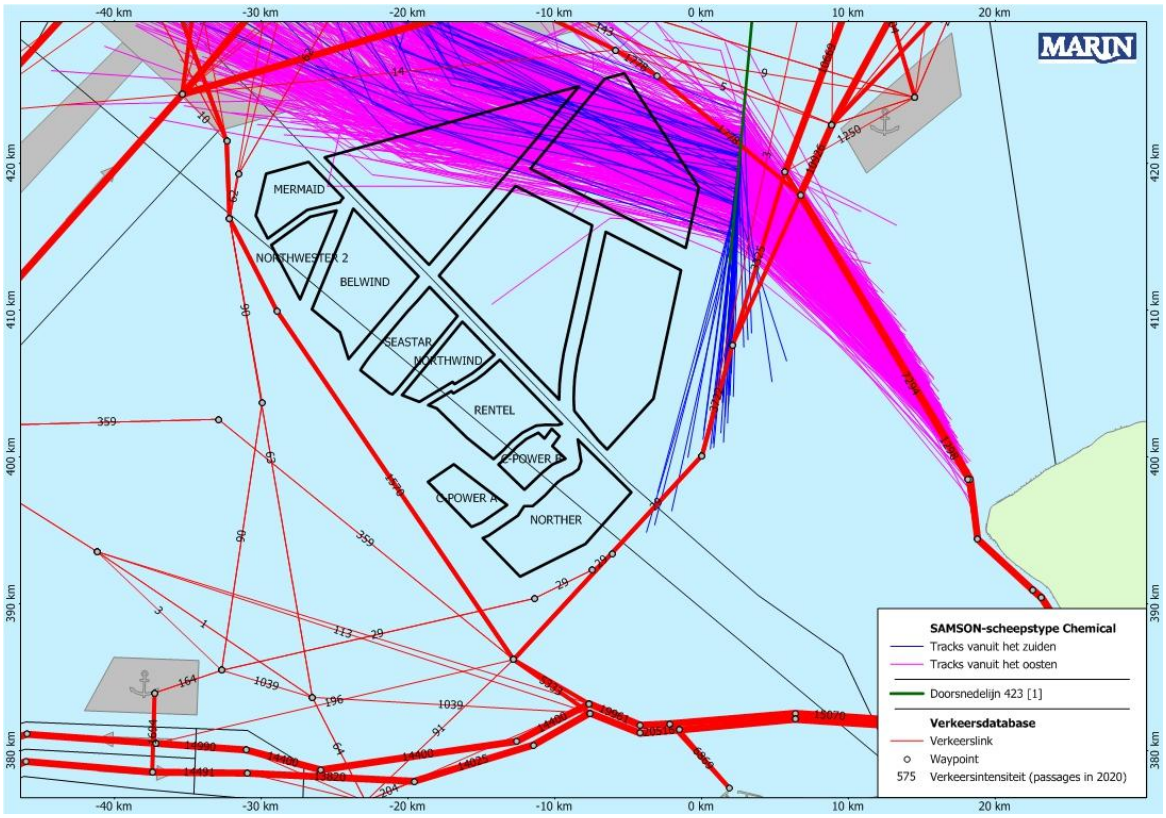
De tracks voor het verkeer dat in oostelijke richting de doorsnedelijn passeert wordt niet weergegeven maar is vergelijkbaar met onderstaande figuren.



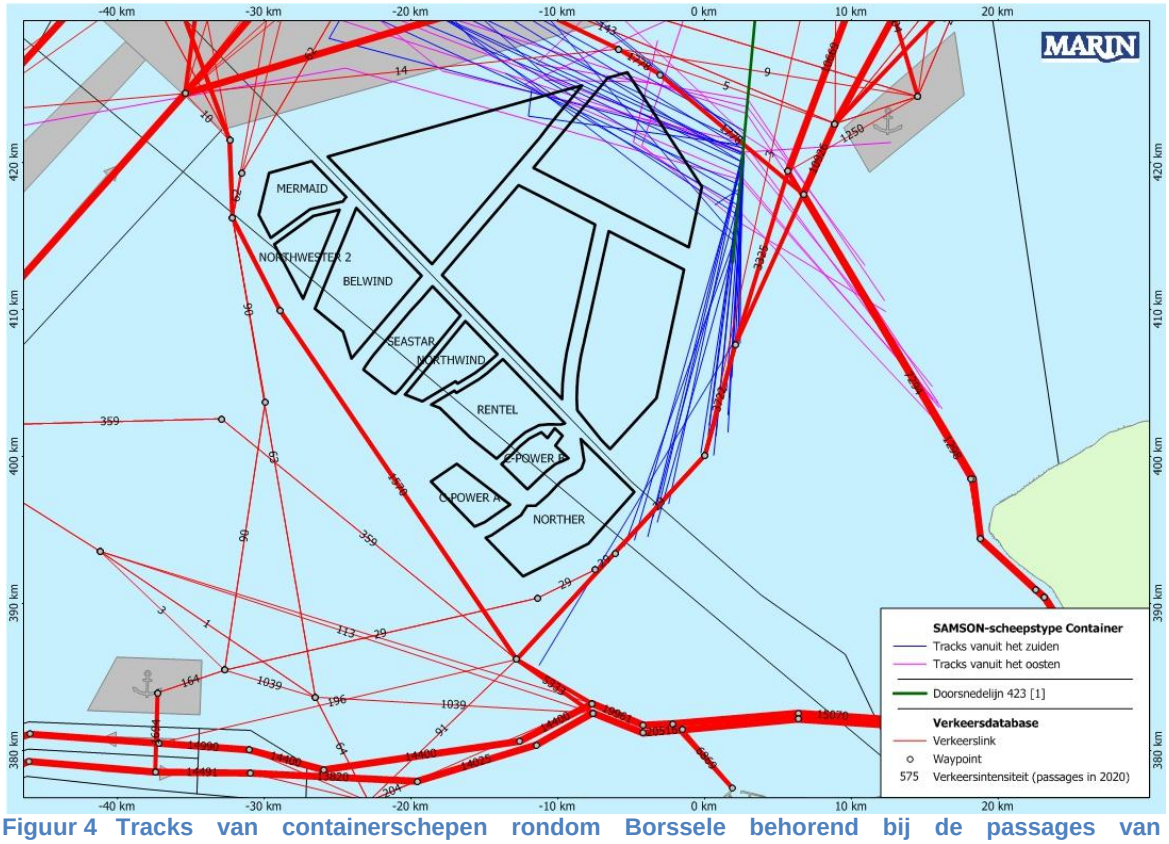
Figuur 1 Tracks rondom windenergiegebied Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1] per scheepstype



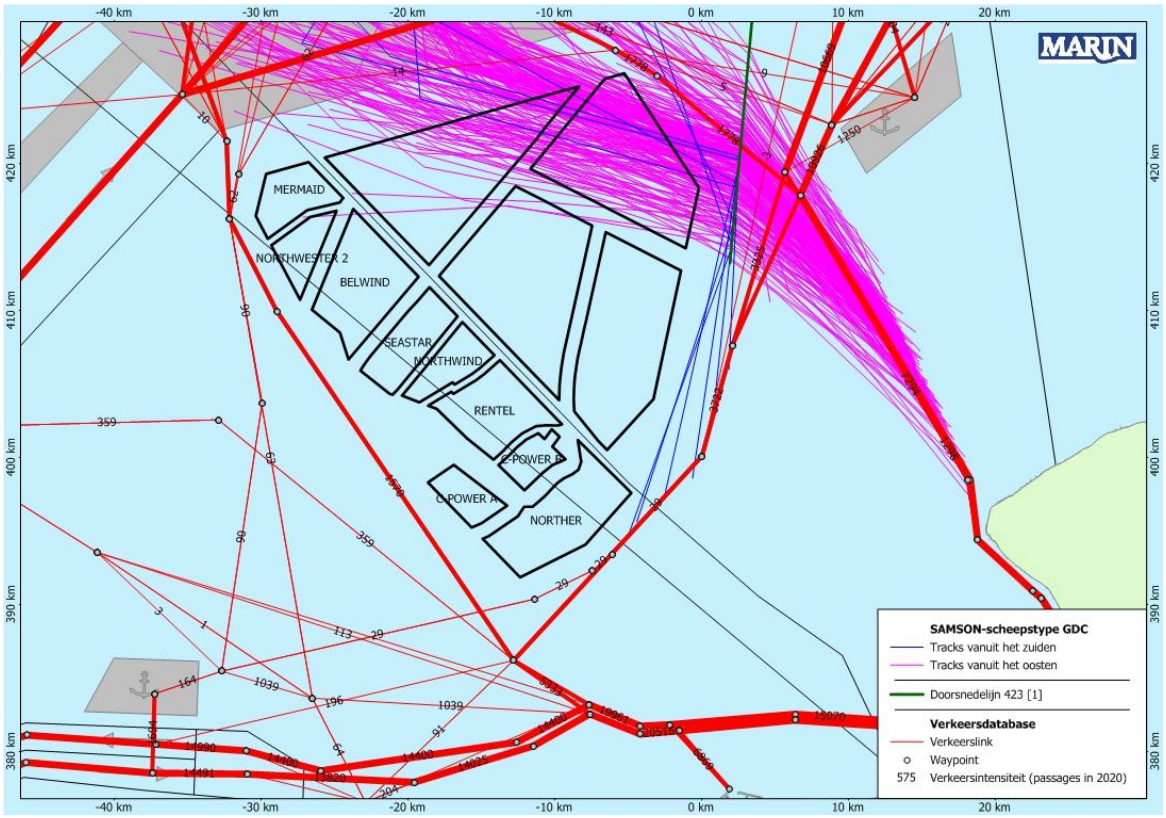
Figuur 2 Tracks van bulkerschepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



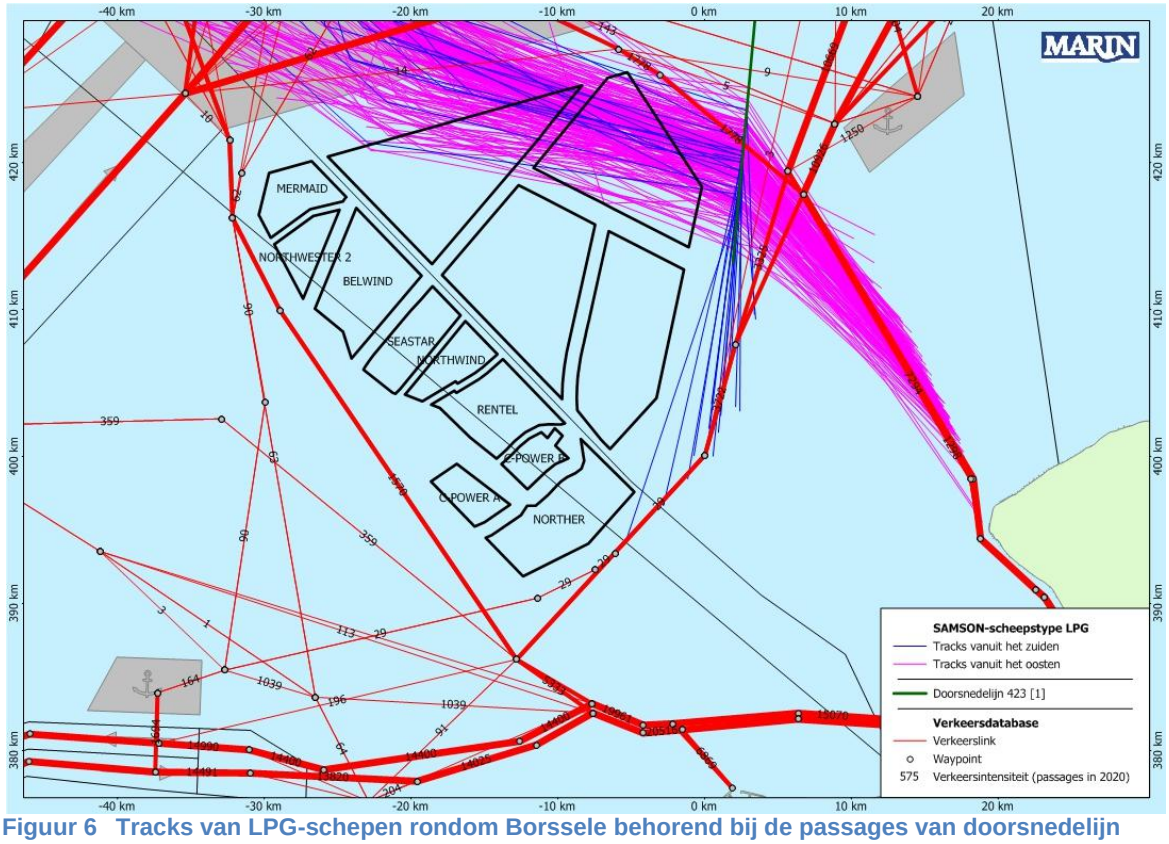
Figuur 3 Tracks van chemicaliënschepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



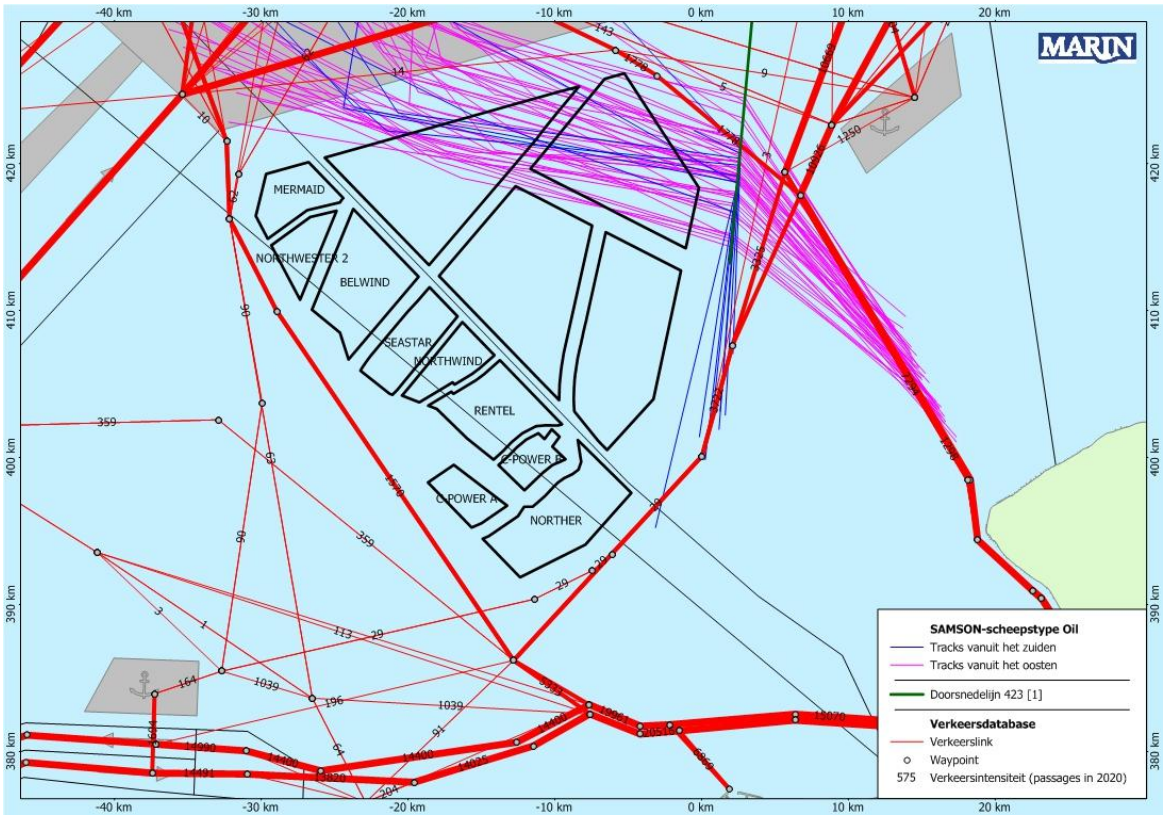
Figuur 4 Tracks van containerschepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



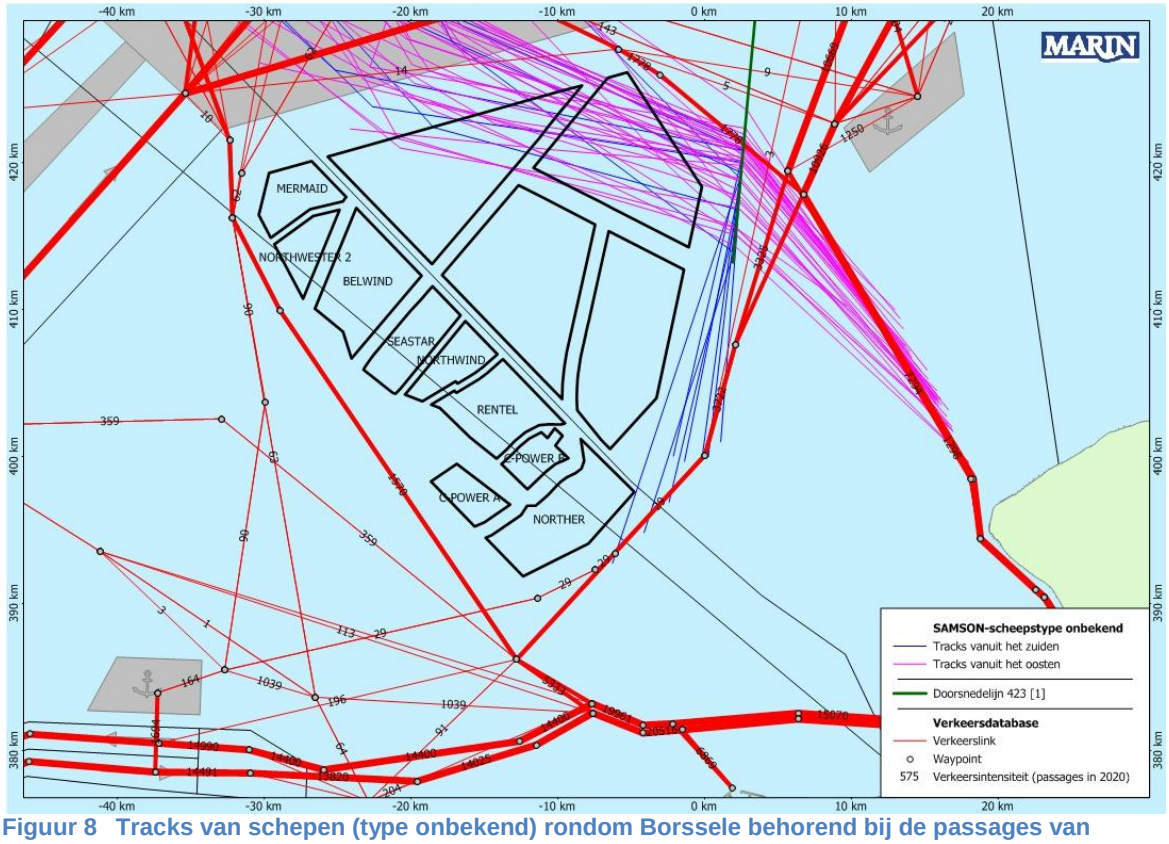
Figuur 5 Tracks van GDC-schepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



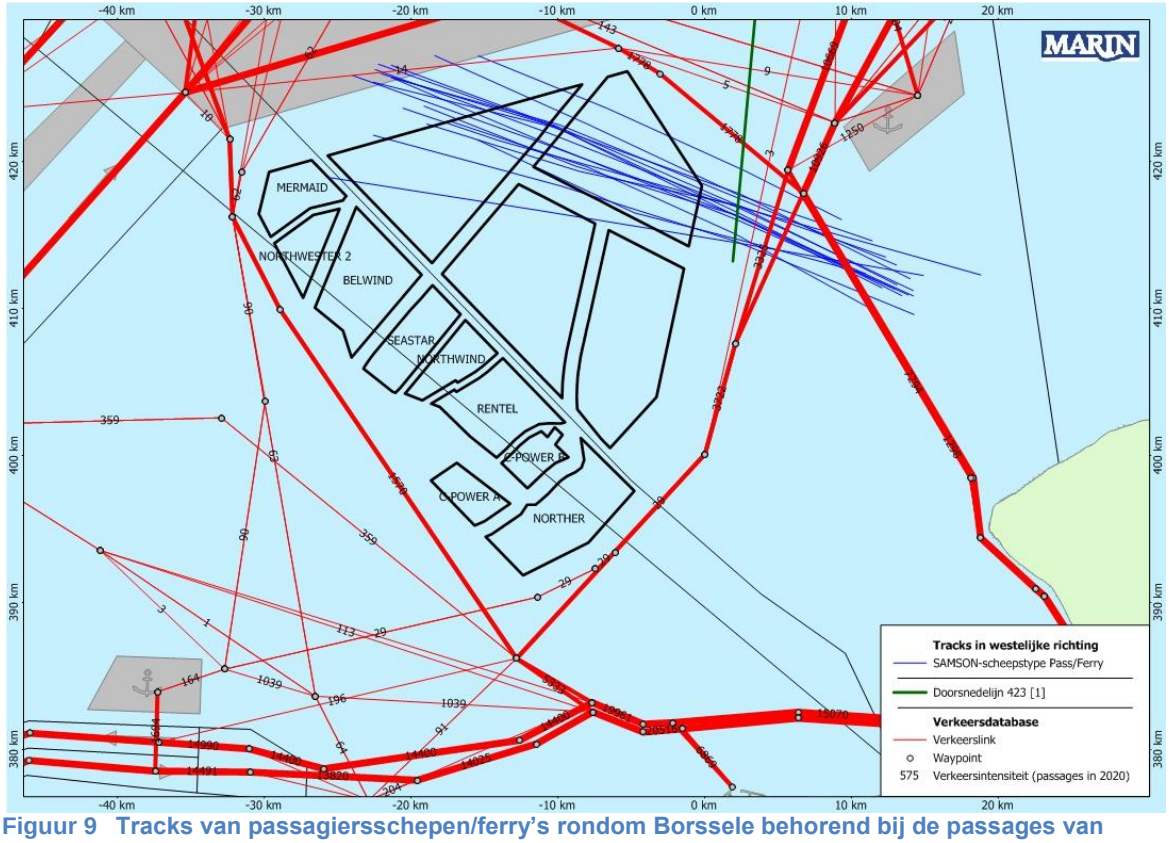
Figuur 6 Tracks van LPG-schepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



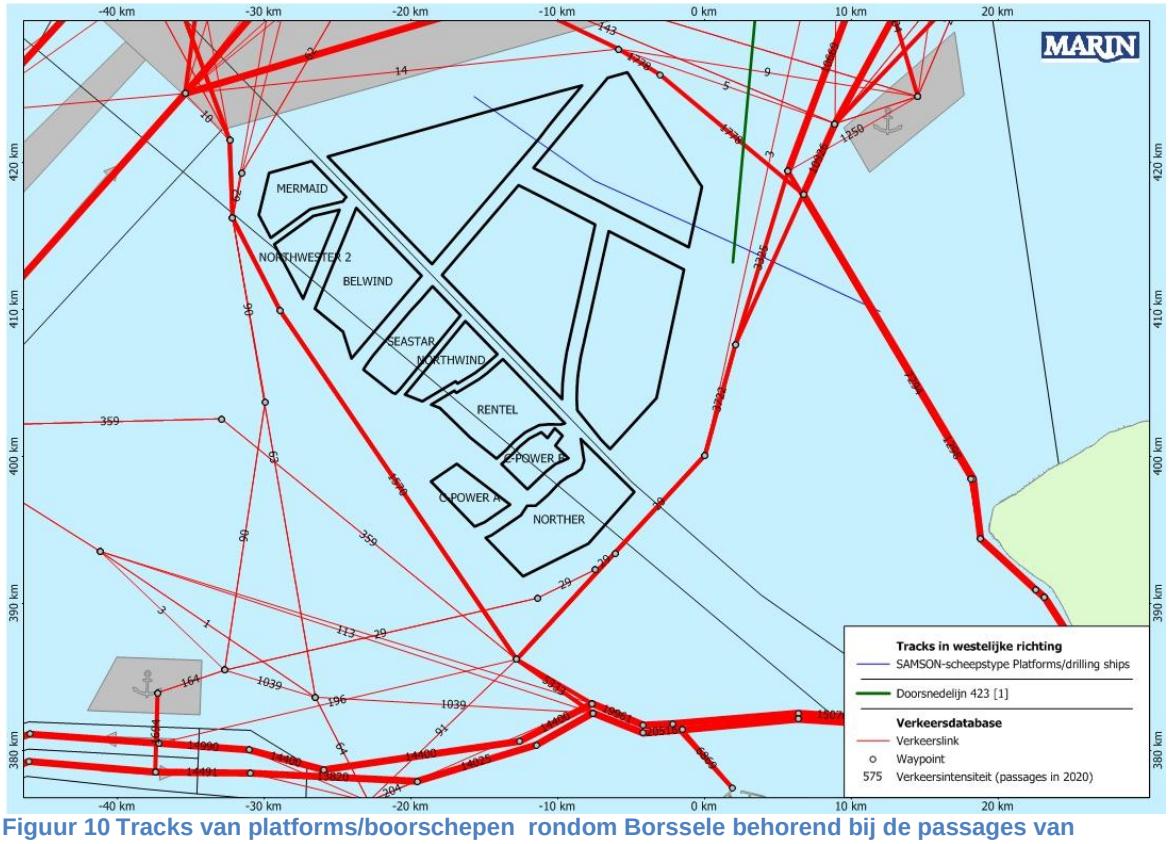
Figuur 7 Tracks van Olieschepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



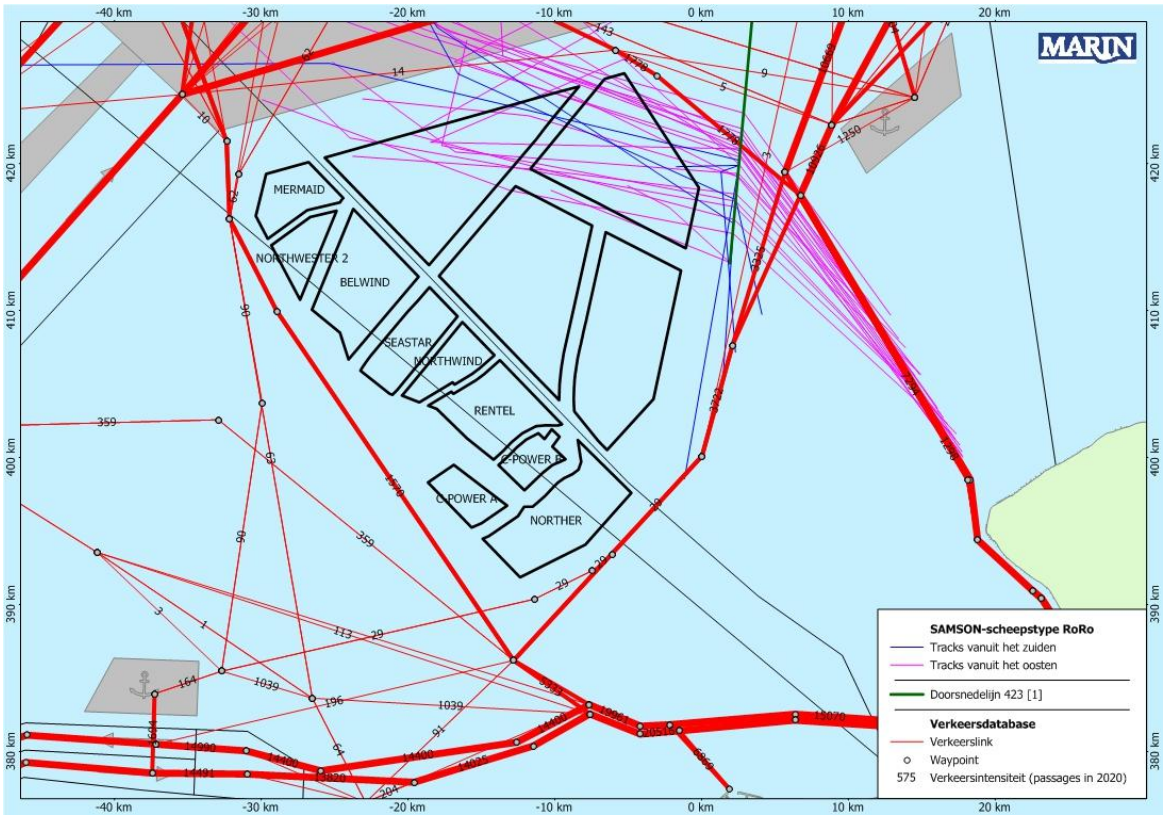
Figuur 8 Tracks van schepen (type onbekend) rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



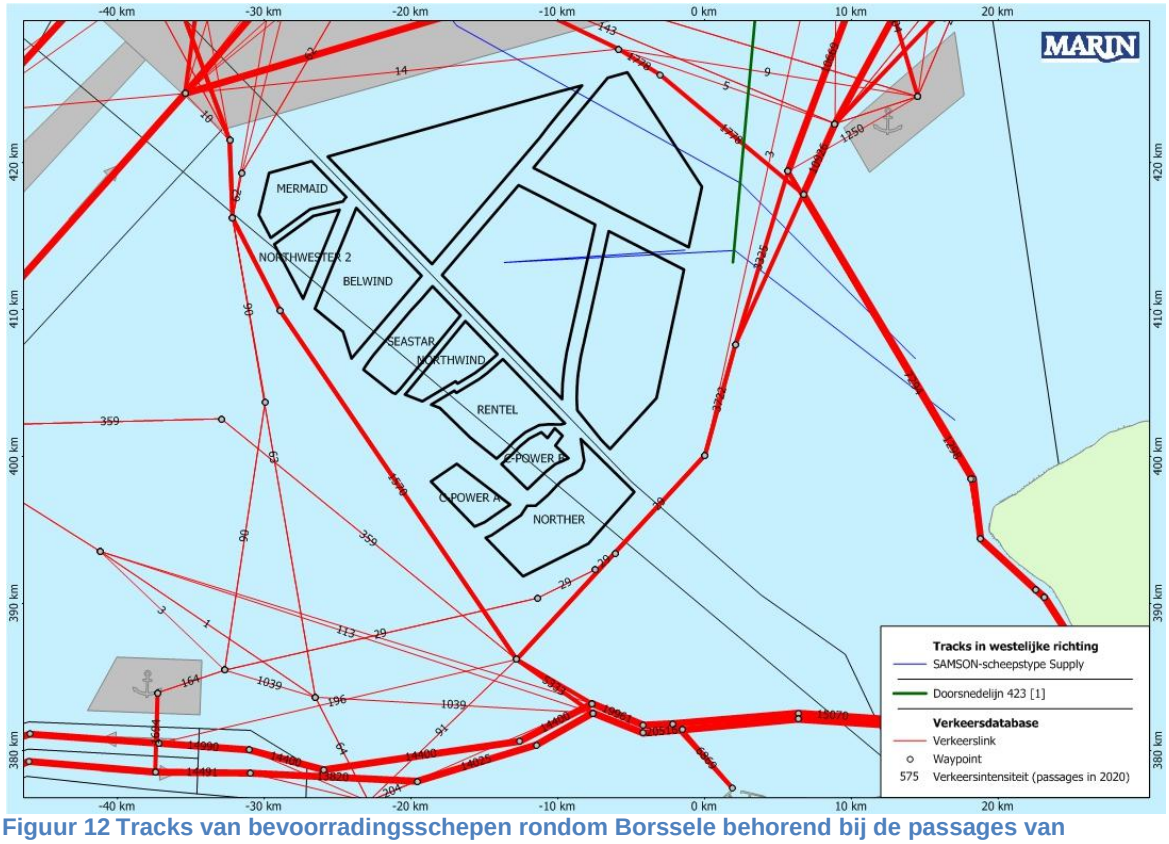
Figuur 9 Tracks van passagiersschepen/ferry's rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



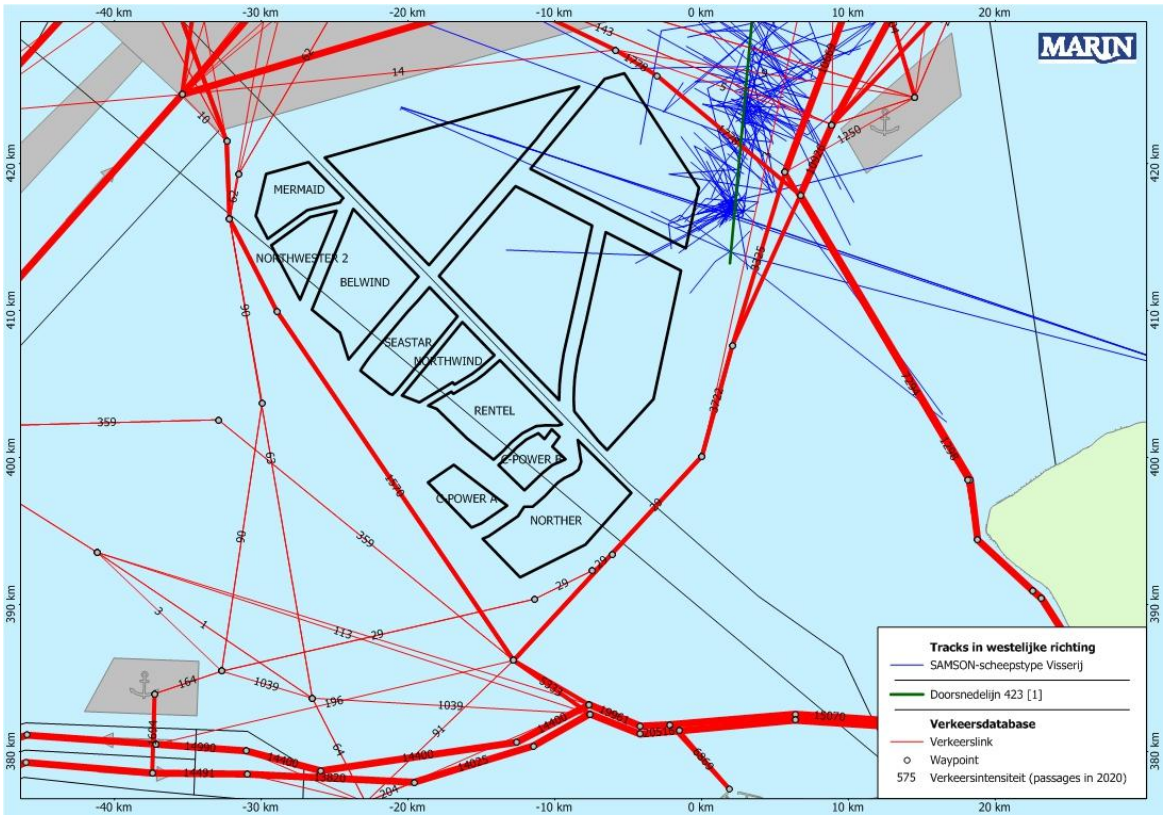
Figuur 10 Tracks van platforms/boorschepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



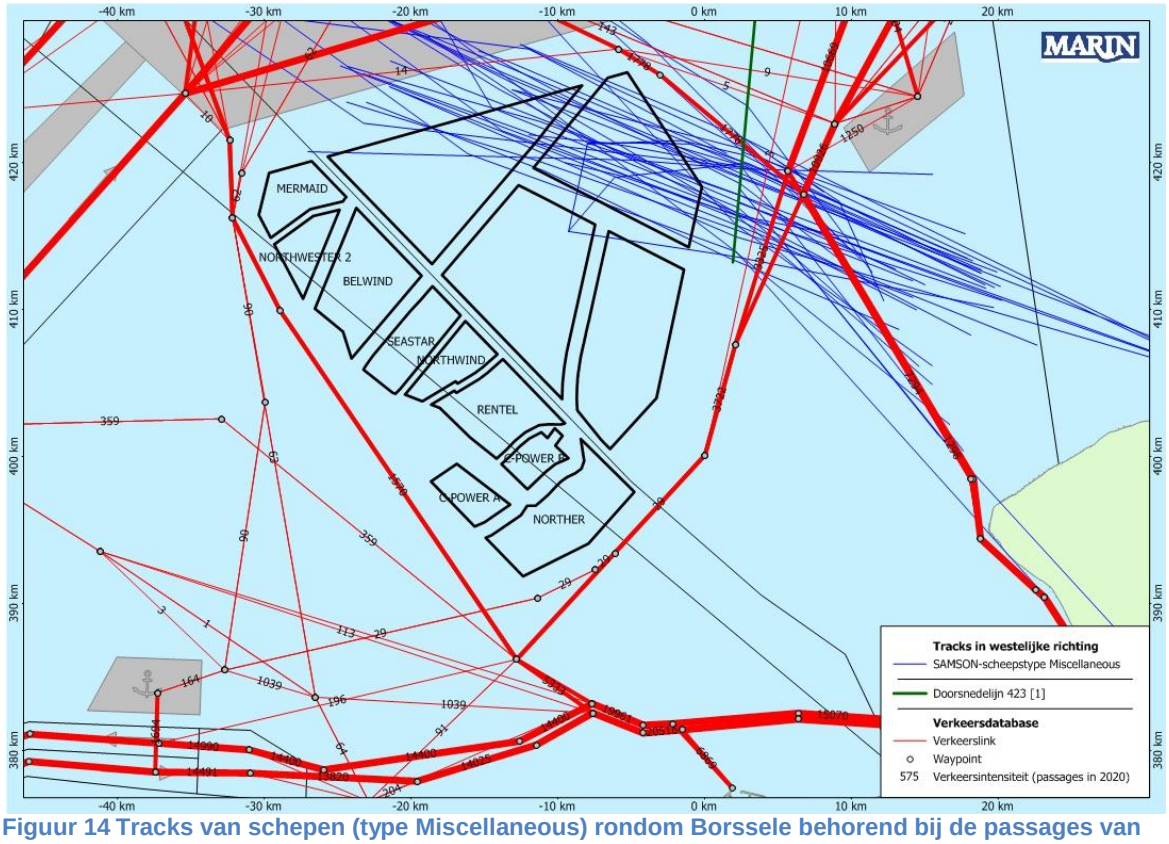
Figuur 11 Tracks van RoRo-schepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



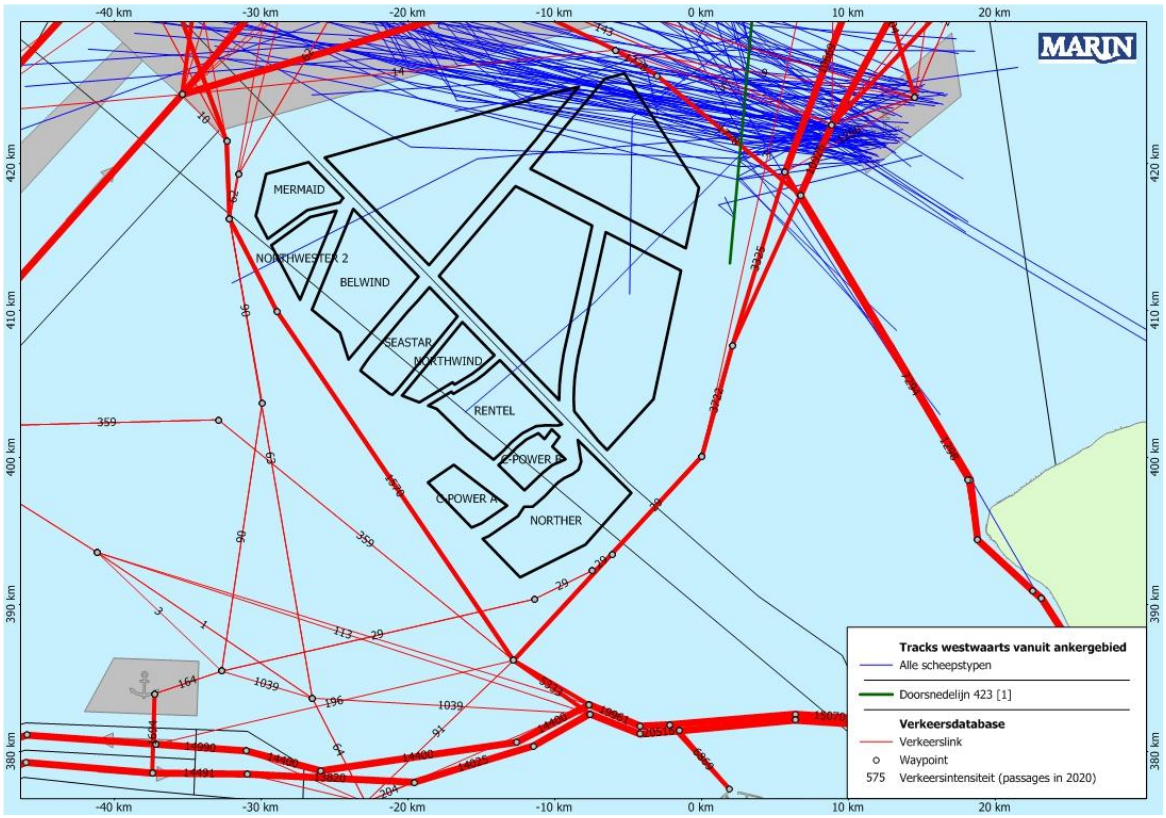
Figuur 12 Tracks van bevoorradingsschepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



Figuur 13 Tracks van visserijschepen rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]

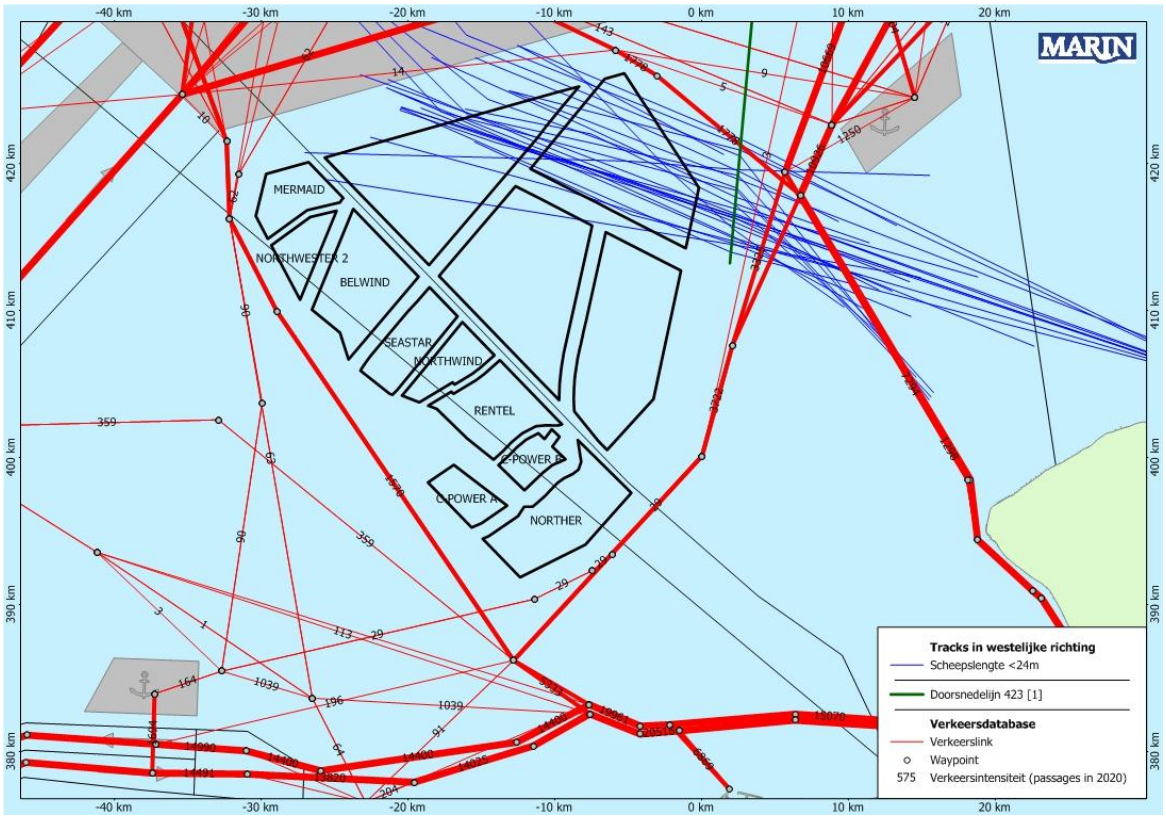


Figuur 14 Tracks van schepen (type Miscellaneous) rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]

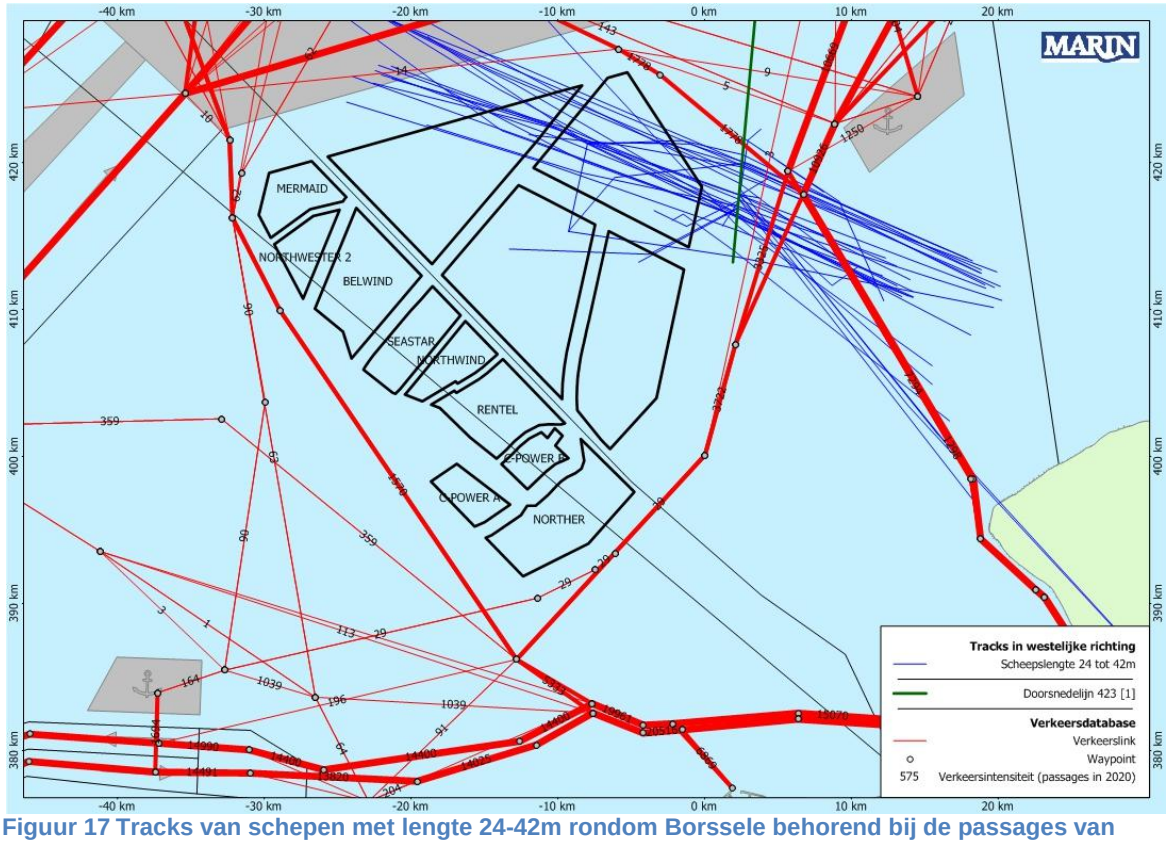


Figuur 15 Tracks van schepen richting afkomstig van het ankergebied behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]

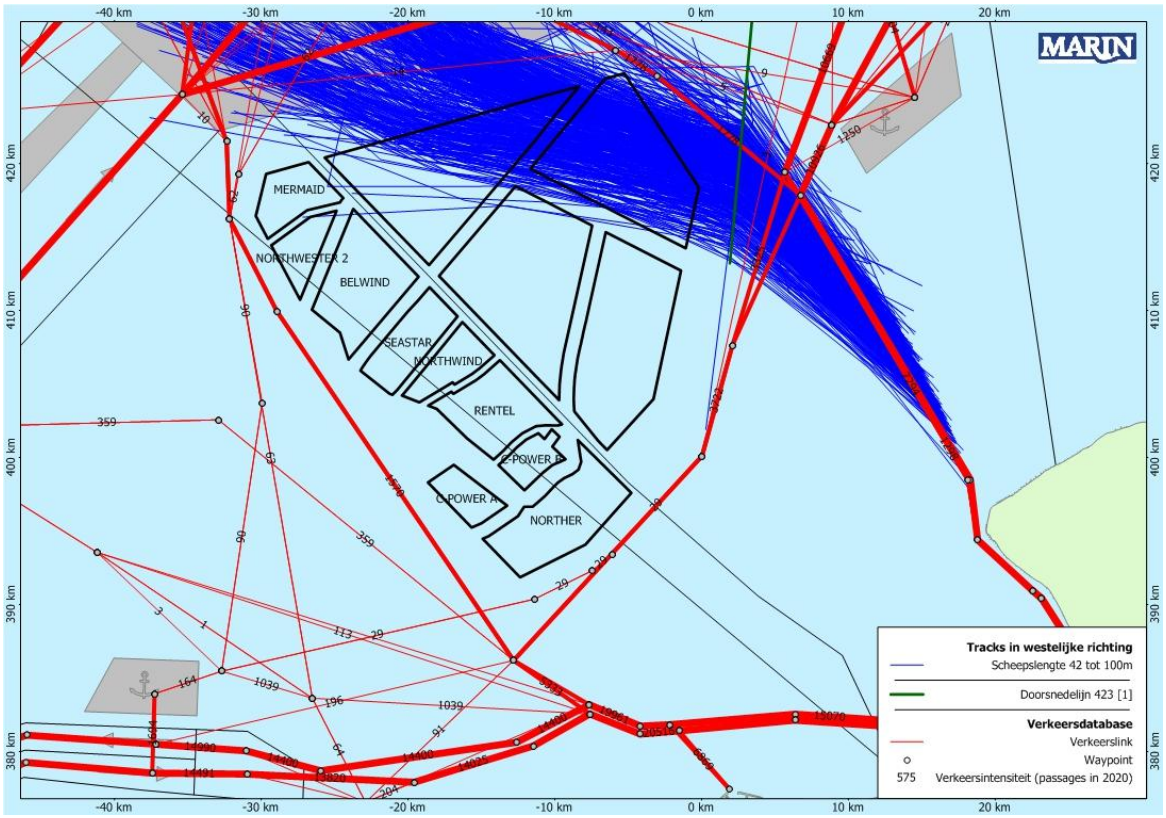
Op eenzelfde manier zijn de tracks behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting (met koers tussen de 270° en 300°) weergegeven per lengteklasse in Figuur 16 t/m Figuur 19. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de lengteklassen <24m, 24-42m, 42-100m en >100m.



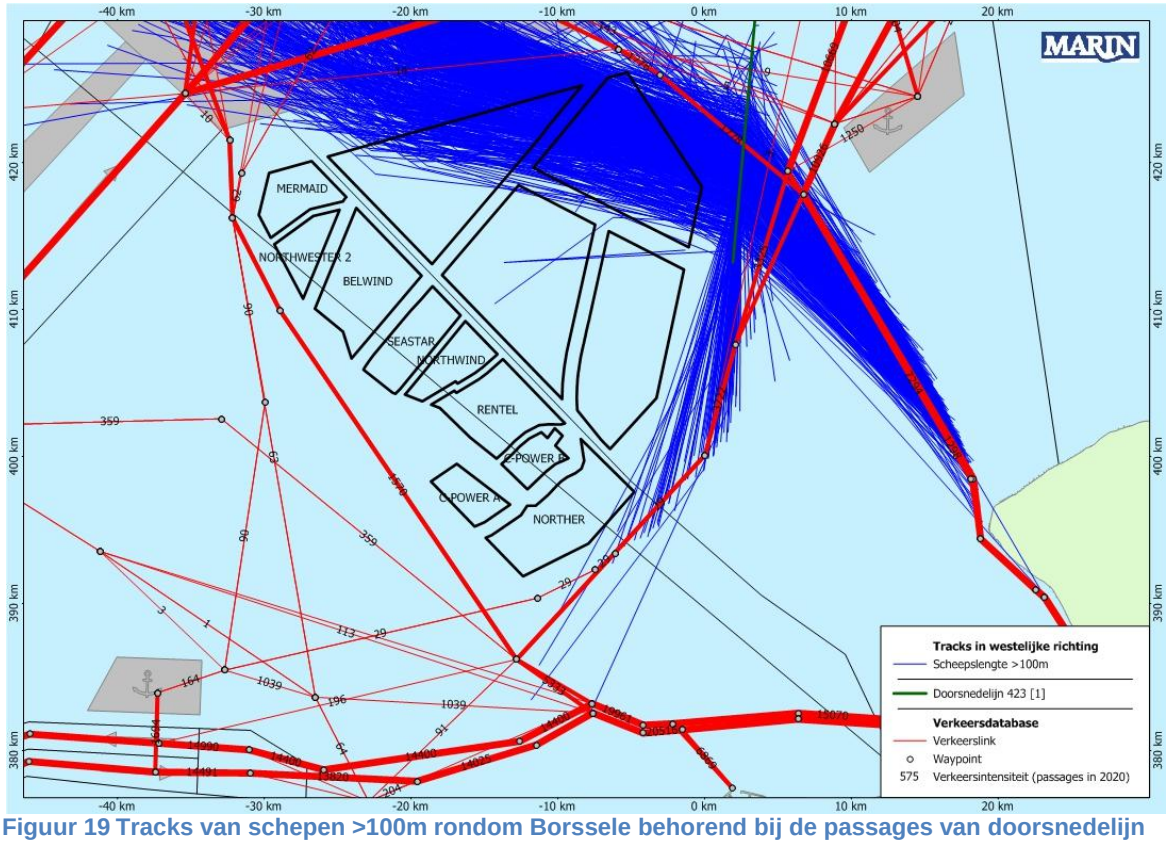
Figuur 16 Tracks van schepen <24m rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



Figuur 17 Tracks van schepen met lengte 24-42m rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



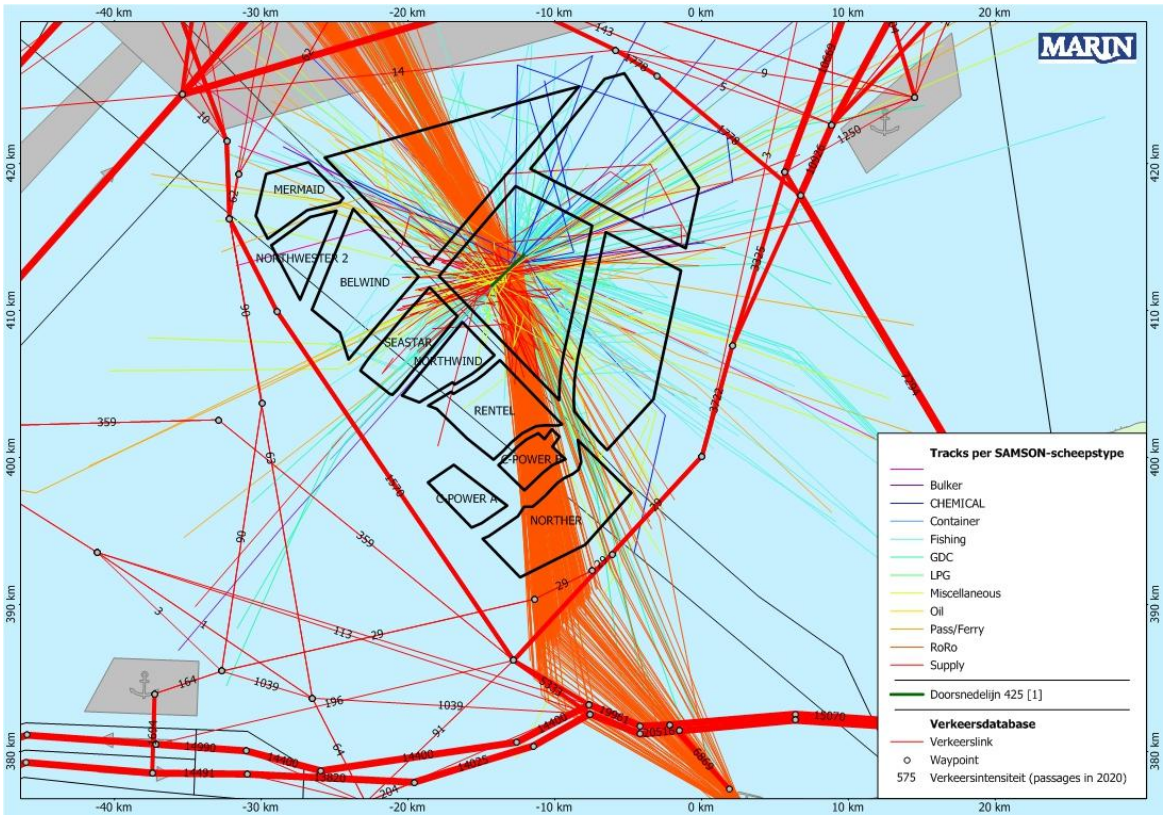
Figuur 18 Tracks van schepen met lengte 42-100m rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]



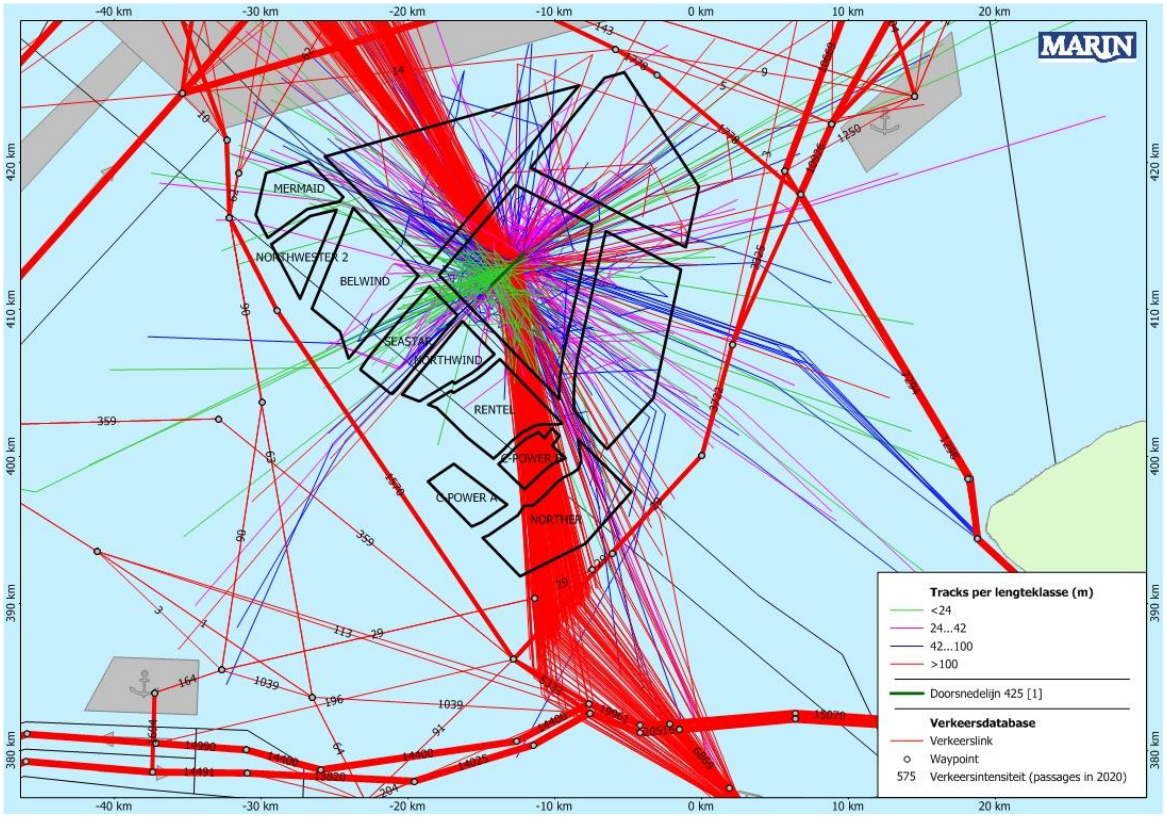
Figuur 19 Tracks van schepen >100m rondom Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in westelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1]

Voor doorsnedelijn 425 zijn de tracks behorend bij de passages van deze lijn weergegeven per scheepstype en scheepsgrootte voor alle mogelijke passeerrichtingen in Figuur 20 en Figuur 21 respectievelijk.

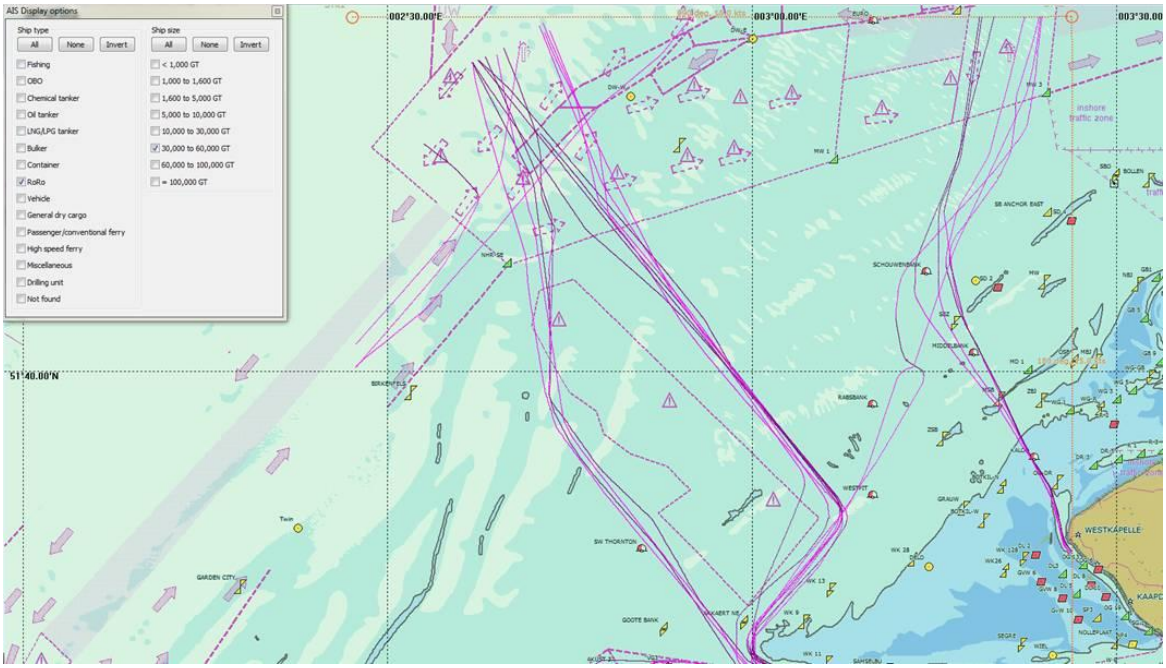
Hierbij moet nogmaals opgemerkt worden dat de tracks gebaseerd zijn op posities om de 60 minuten waardoor de oranje/rode tracks schuin door het Belgische windenergiegebied lopen. In het echt gaan ze rechtsom Norther en slaan vervolgens linksaf, zoals ook te zien is in Figuur 22. Deze schepen zullen in de toekomst wellicht ook gebruik gaan maken van de oost-westcorridor. Hierbij moet opgemerkt worden dat het vooral gaat om één schip van 202 meter dat tussen Zeebrugge en Humber op en neer vaart.



Figuur 20 Tracks van schepen rondom windenergiegebied Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 425 in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1], weergegeven per scheepstype



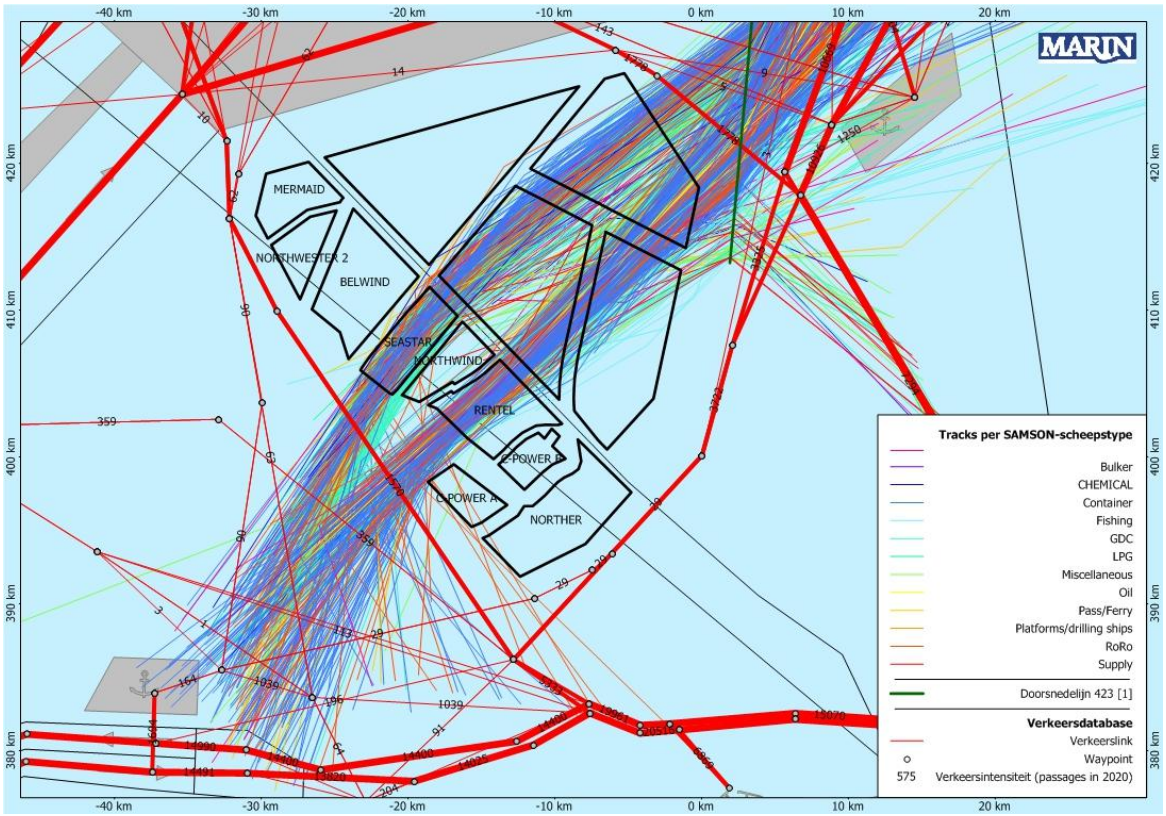
Figuur 21 Tracks van schepen rondom windenergiegebied Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 425 in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1], weergegeven per lengteklasse



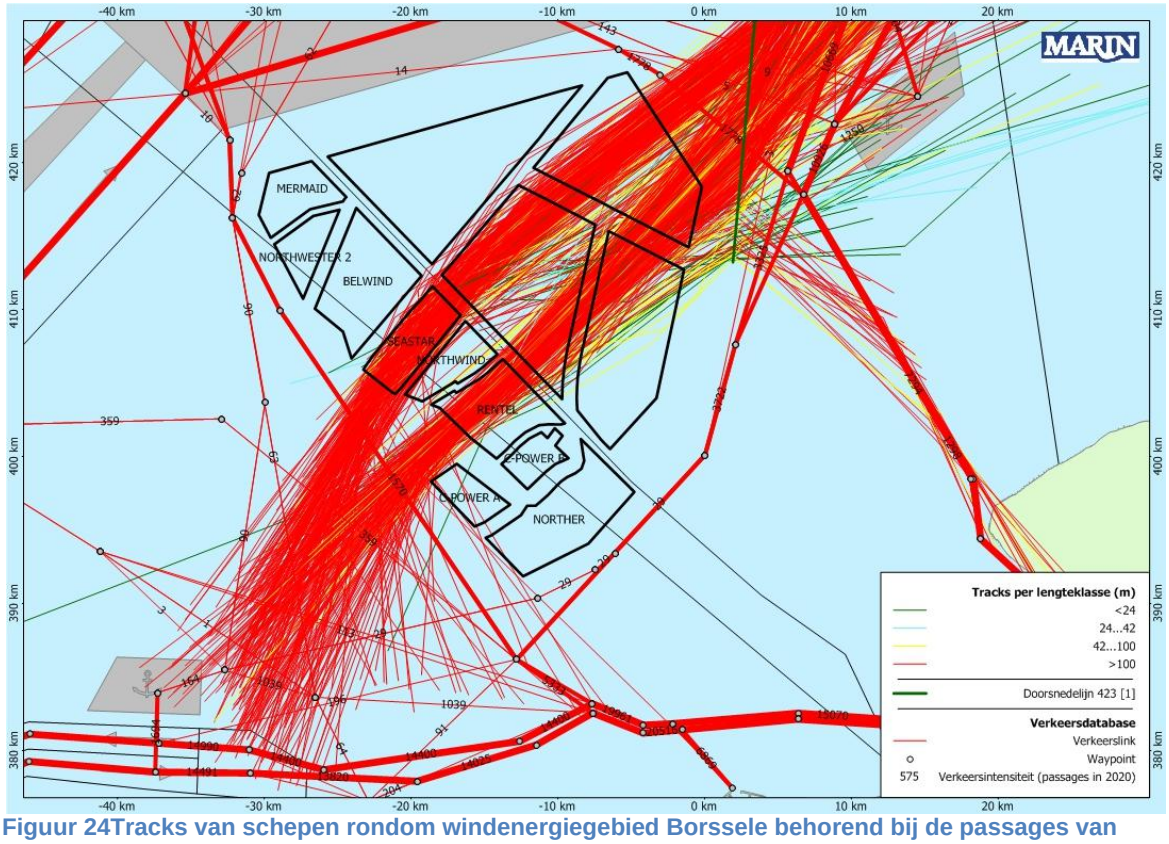
Figuur 22 Tracks van RoRo-schepen (3000-60000GT) die windenergiegebied doorkruisen voor de maand januari 2014

Noord-zuidcorridors

Voor de noord-zuidcorridors is gekeken naar de verkeersstromen in noord- en zuidwaartse richting die nu nog door het Belgische windenergiegebied lopen (Seastar en Rentel). In de toekomst, zodra alle windparken gebouwd zijn, wordt vermoedelijk het gehele Belgische windenergiegebied gesloten, waardoor verkeer door de noord-zuidcorridors van windenergiegebied Borssele alleen mogelijk is als deze ook tussen de windparken aan de Belgische zijde door mogen varen. Ervan uitgaande dat verkeer mogelijk is in noord- en zuidwaartse richting, zijn de twee verkeersstromen uit Figuur 1 verder geanalyseerd. Deze tracks zijn een deel van het verkeer dat doorsnedelijn 424 uit [1] passeert. Deze tracks worden weergegeven per scheepstype en scheepslengte in Figuur 23 en Figuur 24. Van het overige verkeer dat doorsnedelijn 423 passeert, wordt verondersteld dat deze langs de kavels zullen varen en niet tussendoor.



Figuur 23 Tracks van schepen rondom windenergiegebied Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in noord-/zuidelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1], weergegeven per scheepstype



Figuur 24Tracks van schepen rondom windenergiegebied Borssele behorend bij de passages van doorsnedelijn 423 in noord-/zuidelijke richting in de periode augustus 2013 t/m juli 2014 [1], weergegeven per scheepslengteklasse

Referenties

[1] L. van Schaijk
Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel
MARIN, 27918-1-MSCN-rev.2, 7 november 2014

Bijlage 12

Effecten opschaling voor conclusies van de corridor-studie

MARIN

MEMO

Aan	**:**	Grontmij / RWS
Van	**:**	Y. Koldenhof
Datum	**:**	30-10-2015
Project Nr	**:**	27894.603_2
Onderwerp	**:**	Effecten op de scheepvaartveiligheid van een opschaling naar 380MW voor de conclusies van de corridorstudie [1] van windenergiegebied Borssele met daarbij een verschuiving van de ondergrens van 3MW- naar 4MW-turbines

Aanleiding

In 2015 is een veiligheidsstudie uitgevoerd naar de effecten van een eventuele scheepvaartcorridor door –windenergiegebied [1]. Uitgangspunt van deze studie was onder andere een ondergrens van 3MW-turbines. Daarnaast is uitgegaan van een totale opbrengst per kavel van 350MW.
Deze memo beschrijft kort de verwachte effecten wanneer de ondergrens verschoven wordt naar 4MW-turbines en -de opbrengst per kavel opgeschaald wordt naar 380MW.

Doelstellingen corridorstudie

Doelstelling van de corridorstudie [1] was het bepalen van de effecten van het benutten van corridors in windenergiegebied Borssele door scheepvaart op de scheepvaartveiligheid. Het doel van de studie was nadrukkelijk het beschrijven van het effect van het benutten van de corridors in het windenergiegebied door scheepvaart; het doel van de studie was niet het beschrijven van het effect van het windenergiegebied zelf ten opzichte van een situatie zonder windenergiegebied.

In de studie naar de effecten van een scheepvaartcorridor in windenergiegebied Borssele is gekeken naar vier verschillende verkeersscenario's:

A. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en geen corridor voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter;
B. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 45 meter;
C. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter;
D. Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil.

In deze memo is alleen in detail gekeken naar de minimale en maximale te verwachten verandering als gevolg van de opschaling naar 4MW-turbines en een totale opbrengst van 380MW per kavel voor verkeersscenario B.

Uitgangspunten configuraties

In de corridorstudie [1] is gekeken naar de effecten van het benutten van corridors in windenergiegebied Borssele door scheepvaart op de scheepvaartveiligheid. Hierbij zijn zowel de aanvaringsfrequenties van de turbines als de effecten op het algemene veiligheidsniveau rond het windenergiegebied door het verplaatsen van de verkeersstromen bepaald.
Voor het bepalen van de effecten zijn verschillende verkeersscenario's gebruikt en twee varianten voor de inrichting van het windenergiegebied.
Hierbij is gekozen voor een "worst case" en een "best case" scenario, namelijk een situatie met veel turbines met een grote diameter en een situatie met weinig turbines en een kleine diameter. Beide scenario's waren dus niet noodzakelijk realistisch voor 3MW- en 10MW-turbines.

Tabel 1 ***Configuratiegegevens inrichtingsvarianten windenergiegebied Borssele in de corridorstudie [1]***

	Turbines			Fundering	
Variant	Aantal	Vermogen	Rotor diameter	Type	Afmeting
Bor_3MW	468	3 MW	121 m	jacket	17 x 17 m
Bor_10MW	140	10 MW	221 m	monopile	Ø 10 m

Als aanvulling op dit onderzoek wordt in deze memo kwalitatief ingegaan op het relatieve effect van een opschaling naar 380MW (in plaats van 350MW) per kavel van windenergiegebied Borssele met daarbij als ondergrens 4MW-turbines in plaats van 3MW-turbines. Dit betekent een opschaling van 1400MW naar 1520MW voor het gehele gebied. Hiervoor worden de configuratiegegevens van de inrichtingsvarianten als volgt aangepast (zie Tabel 2). De diameter van de 4MW-turbines wordt hierbij gelijkgehouden aan de diameter voor 3MW-turbines omdat de inrichtingsvariant met 3MW-turbines een "worst case" scenario was en het niet realistisch is dat deze diameter nog groter wordt.

Tabel 2 ***Configuratiegegevens inrichtingsvarianten windenergiegebied Borssele in de corridorstudie [1] voor de opschaling naar 380MW met als ondergrens 4MW-turbines***

	Turbines			Fundering	
Variant	Aantal	Vermogen	Rotor diameter	Type	Afmeting
Bor_4MW	380	4 MW	121 m	jacket	17 x 17 m
Bor_10MW	152	10 MW	221 m	monopile	Ø 10 m

Voor deze opschaling van de totale opbrengst van windenergiegebied Borssele geldt dus dat het aantal turbines voor de "worst case" variant (4MW) afneemt en dat het aantal turbines voor de "best case" variant (10MW) toeneemt. Aangenomen is dat de afmetingen van de turbines niet veranderen waardoor dit geen effect heeft op het risico. Aangezien het aanvaringsrisico sterk afhangt van het aantal turbines zal het risico op een aanvaring of aandrijving in het algemeen afnemen respectievelijk toenemen voor deze twee

inrichtingsvarianten. De mate waarin dit risico af-/toeneemt is deels afhankelijk van de positionering van de turbines, daarom zullen de relatieve effecten voor de aanvaar-/aandrijffrequenties als bandbreedte gegeven worden op basis van de minimale en maximale aanvaarkansen per turbine voor de inrichtingsvarianten in Tabel 1. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de grenzen van de kavels niet wijzigen en dat de kavels weer tot aan de rand gevuld zullen worden met het nieuwe aantal turbines; er zullen geen turbines dichter bij de vaarroutes komen te liggen.

Hieronder zullen allereerst de relatieve effecten op de aanvaar-/aandrijffrequenties gegeven worden met behulp van een bandbreedte. Daarna zal kort kwalitatief ingegaan worden op de effecten op aanvaringen onderling, op de gevolgschade, kruisende scheepvaart en overige effecten. Tenslotte zal kort worden ingegaan op de effecten op de algemene conclusies van de corridorstudie [1].

Effecten voor de aanvaar-/aandrijffrequenties

Voor het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen van de turbines in het gehele windenergiegebied Borssele voor de 3MW- en 10MW-variant in [1] worden in Tabel 3 de minimale, gemiddelde en maximale frequenties per turbine gegeven voor zowel het routegebonden verkeer (R-schepen) als het niet-routegebonden verkeer (N-schepen). Re resultaten zijn gebaseerd op de berekeningen voor verkeersscenario B, waarbij de scheepvaartcorridor wordt opengesteld voor schepen kleiner dan 45 meter.

Tabel 3 ***Minimaal, maximaal en gemiddeld verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per turbine per jaar gebaseerd op alle turbines in het windenergiegebied Borssele per variant en voor verkeersscenario B (corridor voor schepen tot 45 meter) [1]***

Variant	Aantal turbines		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar per turbine		Totaal aantal per jaar per turbine
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_3MW	468	Minimaal	7.0E-08	6.0E-08	3.2E-04	2.3E-05	3.6E-04
		Gemiddeld	2.3E-05	1.6E-04	3.9E-04	3.2E-05	6.0E-04
		Maximaal	4.1E-04	9.7E-04	5.7E-04	7.7E-05	1.7E-03
Bor_10MW	140	Minimaal	6.0E-08	6.0E-08	3.1E-04	1.8E-05	3.4E-04
		Gemiddeld	2.2E-05	1.3E-04	3.8E-04	2.6E-05	5.6E-04
		Maximaal	3.7E-04	5.0E-04	5.7E-04	6.3E-05	1.3E-03

In Tabel 4 wordt het verwachte totale aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor het gehele windenergiegebied gegeven per variant.

Tabel 4 ***Totaal aantal verwachte aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor het gehele windenergiegebied Borssele per variant en voor verkeersscenario B (corridor voor schepen tot 45 meter) [1]***

Variant -	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_3MW	468	0.010648	0.074684	0.182495	0.015194	0.283021
Bor_10MW	140	0.003017	0.017715	0.053652	0.003648	0.078032

Aangezien voor de opschaling naar 380MW (in plaats van 350MW) het aantal turbines voor variant Bor_4MW (4MW-turbines) afneemt met 88 turbines en voor variant Bor_10MW (10MW-turbines) toeneemt met 12 turbines (zie Tabel 1 en Tabel 2) kan een minimale en maximale relatieve af-/toename gegeven worden per variant ten opzichte van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen in Tabel 4. De resultaten hiervan staan in Tabel 5. Hierbij wordt, zoals eerder vermeld, aangenomen dat de grenzen van de kavels niet wijzigen en dat de kavels weer tot aan de rand gevuld zullen worden met het nieuwe aantal turbines; er zullen geen turbines dichter bij de vaarroutes komen te liggen.

Tabel 5 ***Minimale en maximale relatieve verandering in het verwachte totale aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor het totale windenergiegebied Borssele per variant als gevolg van de opschaling naar 380MW en de aanpassing van de ondergrens en voor verkeersscenario B (corridor voor schepen tot 45 meter).***

Variant -	Aantal turbines		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_4MW	380	Minimaal	-0.06%	-0.01%	-15.27%	-13.43%	-11.17%
		Maximaal	-342.17%	-114.20%	-27.37%	-44.48%	-53.16%
Bor_10MW	152	Minimaal	0.02%	0.00%	6.96%	5.82%	5.27%
		Maximaal	145.91%	34.14%	12.67%	20.85%	19.39%

Ter illustratie: de minimale verandering van het verwachte aantal aanvaringen per jaar voor het routegebonden verkeer voor de variant met 4MW-turbines ten opzichte van de variant met 3MW-turbines is gelijk aan ((-7.0E-08*88)/0.010648)*100≈-0.06%. De maximale toename van het totale aantal verwachte aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de variant met 10MW-turbines is gelijk aan (1.3E-03*12)/0.078032)*100≈19.39%.

Tabel 5 bevat de resultaten wanneer het minimum en maximum gebruikt wordt over alle turbines in het gehele windenergiegebied Borssele. Om enkele effecten beter te kunnen bekijken -zijn ook de effecten per kavel beschouwd. In Tabel 6 zijn de minimale, gemiddelde en maximale aanvaar– en aandrijffrequenties per turbine weergegeven per kavel. Vervolgens is ook de minimale en maximale verandering weergegeven per kavel in Tabel 7.

Uit deze resultaten blijkt dat de grote toename voor de 10MW-variant in het maximale scenario grotendeels komt door de turbines van Kavel I en Kavel II. De maximale aanvaarfrequentie door routegebonden schepen voor een turbine in Kavel I is ongeveer 100x hoger dan de maximale aanvaarfrequentie door routegebonden schepen voor Kavel III. Als

dus deze hoogste maximale aanvaarfrequentie beschouwd wordt als maximale toename voor het gehele park is dit dus een extra overschatting.

Tabel 6 ***Minimaal, maximaal en gemiddeld verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per turbine per jaar per kavel in windenergiegebied Borssele per variant en voor verkeersscenario B (corridor voor schepen tot 45 meter) [1]***

Variant		Kavel	Aantal aanvaringen (ramming) per jaar per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar per turbine		Totaal aantal per jaar per turbine
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_3MW **totaal 468 turbines** **117 per kavel**	Minimaal	I	6.5E-07	1.0E-06	3.7E-04	2.6E-05	4.3E-04
		II	3.0E-06	6.0E-08	3.2E-04	2.6E-05	3.7E-04
		III	7.0E-08	8.0E-08	3.2E-04	2.5E-05	3.6E-04
		IV	7.0E-08	6.9E-07	3.7E-04	2.3E-05	4.0E-04
		Totale gebied	7.0E-08	6.0E-08	3.2E-04	2.3E-05	3.6E-04
	Gemiddeld	I	2.3E-05	2.1E-04	4.2E-04	3.4E-05	6.8E-04
		II	6.1E-05	1.7E-04	3.7E-04	3.7E-05	6.4E-04
		III	4.8E-07	1.1E-04	3.4E-04	3.2E-05	4.8E-04
		IV	7.1E-06	1.5E-04	4.4E-04	2.7E-05	6.2E-04
		Totale gebied	2.3E-05	1.6E-04	3.9E-04	3.2E-05	6.0E-04
	Maximaal	I	3.4E-04	9.3E-04	5.7E-04	6.1E-05	1.7E-03
		II	4.1E-04	9.6E-04	4.3E-04	7.7E-05	1.7E-03
		III	2.1E-06	9.7E-04	3.7E-04	4.6E-05	1.4E-03
		IV	4.1E-05	7.0E-04	5.7E-04	3.5E-05	1.3E-03
		Totale gebied	4.1E-04	9.7E-04	5.7E-04	7.7E-05	1.7E-03
Bor_10MW **totaal 140 turbines** **35 per kavel**	Minimaal	I	6.5E-07	7.5E-07	3.6E-04	1.9E-05	4.2E-04
		II	2.3E-06	1.5E-07	3.2E-04	2.1E-05	3.5E-04
		III	6.0E-08	6.0E-08	3.1E-04	1.9E-05	3.4E-04
		IV	7.0E-08	7.6E-07	3.6E-04	1.8E-05	3.9E-04
		Totale gebied	6.0E-08	6.0E-08	3.1E-04	1.8E-05	3.4E-04
	Gemiddeld	I	1.7E-05	1.4E-04	4.1E-04	2.6E-05	5.9E-04
		II	5.8E-05	1.4E-04	3.6E-04	3.0E-05	5.8E-04
		III	3.8E-07	6.6E-05	3.3E-04	2.4E-05	4.2E-04
		IV	1.1E-05	1.6E-04	4.4E-04	2.4E-05	6.3E-04
		Totale gebied	2.2E-05	1.3E-04	3.8E-04	2.6E-05	5.6E-04
	Maximaal	I	1.3E-04	4.6E-04	5.0E-04	4.2E-05	1.0E-03
		II	3.7E-04	5.0E-04	4.1E-04	6.3E-05	1.3E-03
		III	1.3E-06	4.8E-04	3.5E-04	3.3E-05	8.5E-04
		IV	3.4E-05	3.8E-04	5.7E-04	3.8E-05	9.4E-04
		Totale gebied	3.7E-04	5.0E-04	5.7E-04	6.3E-05	1.3E-03

Tabel 7 ***Minimale en maximale relatieve verandering in het verwachte totale aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor windenergiegebied Borssele per kavel per variant als gevolg van de opschaling naar 380MW en de aanpassing van de ondergrens, voor verkeersscenario B (schepen tot 45m in de corridor).***

Variant		Kavel	Aantal aanvaringen (ramming) per jaar per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar per turbine		Totaal aantal per jaar per turbine
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_4MW totaal 380 turbines 95 per kavel	Minimaal	I	-0.53%	-0.09%	-16.61%	-14.62%	-11.69%
		II	-0.94%	-0.01%	-16.53%	-13.22%	-10.78%
		III	-2.76%	-0.01%	-17.54%	-15.02%	-14.15%
		IV	-0.19%	-0.09%	-15.86%	-16.08%	-12.22%
		Totale gebied	-0.06%	-0.01%	-15.27%	-13.43%	-11.17%
	Maximaal	I	-278.92%	-83.65%	-25.53%	-34.16%	-47.02%
		II	-128.50%	-105.14%	-21.81%	-38.76%	-49.33%
		III	-82.74%	-172.00%	-20.51%	-27.35%	-53.16%
		IV	-107.37%	-87.61%	-24.44%	-24.21%	-38.17%
		Totale gebied	-342.17%	-114.20%	-27.37%	-44.48%	-53.16%
Bor_10MW totaal 152 turbines 38 per kavel-	Minimaal	I	0.32%	0.04%	7.57%	6.28%	5.99%
		II	0.34%	0.01%	7.66%	6.09%	5.17%
		III	1.34%	0.01%	8.07%	6.80%	6.98%
		IV	0.05%	0.04%	7.07%	6.27%	5.31%
		Totale gebied	0.02%	0.00%	6.96%	5.82%	5.27%
	Maximaal	I	64.79%	27.16%	10.55%	13.84%	14.72%
		II	54.49%	31.99%	9.82%	18.14%	18.63%
		III	28.19%	62.35%	9.15%	11.78%	17.27%
		IV	26.95%	20.43%	11.09%	13.28%	12.73%
		Totale gebied	145.91%	34.14%	12.67%	20.85%	19.39%

Effecten voor de gevolgschade

De effecten voor de gevolgschade aan het schip, de windturbines, de milieuschade en het persoonlijk letsel door de opschaling naar 380MW per kavel zijn gecorreleerd met de af-/toename van de verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties. Dit betekent dat een afname van de verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie een afname van de gevolgschade tot gevolg heeft en een toename van de verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie een toename van de gevolgschade. Een toename van het aantal turbines zal dus een toename van de gevolgschade als gevolg hebben en een afname van het aantal turbines een afname van de gevolgschade. Omdat deze toe-/afname mede afhankelijk is van de type schepen die rond de kavels varen is het relatieve effect op de gevolgschade niet één op één gelijk aan de relatieve effecten op de aanvaar- en aandrijffrequenties zelf. Indien bijvoorbeeld de extra turbines dichtbij routes komen te liggen waar olietankers varen, zal de relatieve toename voor de gevolgschade groter zijn dan wanneer de extra turbines dichterbij routes zonder olietankers komen te liggen; de gevolgschade is scheepstype en -grootte afhankelijk. Wel zal door de grotere rotordiameter van de 4MW-turbines ten opzichte van de 3MW-turbines het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast toenemen per turbine. Dit effect zal vermoedelijk echter kleiner zijn dan het effect als gevolg van een afname van het aantal turbines.

Effecten en overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

De effecten voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur verandert niet bij een opschaling van 350MW naar 380MW mits de grenzen van de kavels niet wijzigen en de kavels weer tot aan de rand gevuld zullen worden met het nieuwe aantal turbines; er zullen geen turbines dichter bij de vaarroutes komen te liggen. In dit geval verandert de routestructuur namelijk niet en blijven deze effecten gelijk aan de effecten weergegeven in Tabel 4-10 van [1].

Kruisende scheepvaart

De effecten op het zicht door het park zijn afhankelijk van de posities van de turbines. Doordat er minder/meer turbines in de kavels staan zal de afstand tussen de palen groter/kleiner worden, dit zou een positief/negatief effect kunnen hebben op het risico. Doordat op dit moment niet bekend is waar de turbines werkelijk komen te staan, is een eenduidige kwalitatieve uitspraak over het totale effect niet mogelijk.

De effecten op ontmoetingen tussen schepen op de doorgaande vaarroutes veranderen niet als gevolg van de opschaling mits de grenzen van de kavels niet wijzigen en de kavels weer tot aan de rand gevuld zullen worden met het nieuwe aantal turbines; er zullen geen turbines dichter bij de vaarroutes komen te liggen.

Effecten voor algemene conclusie corridorstudie.

Het doel van de corridorstudie was expliciet het vergelijken van de verschillende verkeersscenario's en niet het effect van het windenergiegebied zelf.

Citaat uit de conclusie van [1]:
"De aanvaarfrequenties voor de turbines en platforms nemen toe voor de scenario's met een corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor, met een maximale toename van 6.34% voor schepen tot 80 meter voor de 3MW-inrichtingsvariant (ten opzichte van 0.282412 voor het scenario zonder corridor) en 10.07% voor schepen tot 80 meter voor een aanvaring met (een van) de platforms (ten opzichte van 0.004420 voor het scenario zonder corridor)"

In deze memo is alleen gekeken naar de mogelijke effecten- van de opschaling en het bijstellen van de ondergrens voor verkeersscenario B (corridor voor schepen tot 45 meter). De effecten voor de andere verkeersscenario's zullen vergelijkbaar zijn. Dit betekent dat de relatieve verschillen voor de verschillende verkeersscenario's vergelijkbaar zullen zijn. Dus kijkend naar de conclusie hierboven, betekent dit dat de relatieve verschillen vrijwel gelijk zullen blijven. Echter, de absolute getallen zullen anders zijn als gevolg van de opschaling.

Referenties

[1] L. van Schaijk, Y. Koldenhof
Veiligheidsstudie voor scheepvaartcorridors windenergiegebied Borssele
MARIN, 27894-2-MSCN-rev.2, 10 april 2015

Bijlage 13

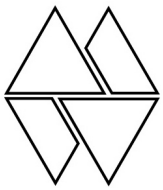
Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights

Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North Sea

K.L. Krijgsveld
R.C. Fijn
R. Lensink

Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North Sea

K.L. Krijgsveld
R.C. Fijn
R. Lensink



Bureau Waardenburg bv
Consultants for environment & ecology

P.O. Box 365 4100 AJ Culemborg, The Netherlands
Tel. +31 345 51 27 10 Fax +31 345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

commissioned by: Rijkswaterstaat Zee en Delta

18 June 2015
report nr 15-119

Status:	final report
Report nr.:	15-119
Date of publication:	18 June 2015
Title:	Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North Sea
Authors:	dr. K.L. Krijgsveld R.C. Fijn MSc. drs. R. Lensink
Number of pages incl. appendices:	28
Project nr:	15-314
Project manager:	R.C. Fijn MSc.
Name & address client:	Rijkswaterstaat Zee en Delta
Reference client:	Kostenplaats/kostenactiviteit 4074829 - 0005 (L2789)
Signed for publication:	Team Manager Bureau Waardenburg bv drs. H.A.M. Prinsen
Signature:	

Bureau Waardenburg bv is not liable for any resulting damage, nor for damage which results from applying results of work or other data obtained from Bureau Waardenburg bv; client indemnifies Bureau Waardenburg bv against third-party liability in relation to these applications.

© Bureau Waardenburg bv / Rijkswaterstaat Zee en Delta

This report is produced at the request of the client mentioned above and is his property. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, transmitted and/or publicized in any form or by any means, electronic, electrical, chemical, mechanical, optical, photocopying, recording or otherwise, without prior written permission of the client mentioned above and Bureau Waardenburg bv, nor may it without such a permission be used for any other purpose than for which it has been produced.

The Quality Management System of Bureau Waardenburg bv has been certified by CERTIKED according to ISO 9001:2008.

Bureau Waardenburg bv
Consultants for environment & ecology

P.O. Box 365 4100 AJ Culemborg, The Netherlands
Tel. +31 345 51 27 10 Fax +31 345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

Table of contents

Table of contents 3
1 Introduction 5
2 Methods 6
3 Results 9
3.1 Occurrence of migratory peaks at OWEZ 9
3.2 Fluxes in relation to collision rate 10
3.3 Preventing collisions 11
3.4 Bird concentrations at rotor height versus at higher altitudes 11
3.5 Diurnal patterns 12
3.6 Occurrence of migration peaks further offshore at K14 13
3.7 Relation with weather conditions 15
4 Discussion 19
4.1 Occurrence of nights with peak migration 19
4.2 Relation with weather 20
4.3 Predicting peak nights 20
4.4 The attracting effect of turbine lighting on birds 21
4.5 Differences between OWEZ and K14 further offshore 21
4.6 Migration levels at other wind farm locations in the Dutch North Sea 22
5 Literature 23

1 Introduction

Every year songbirds migrate in massive numbers across the North Sea. In the Dutch offshore waters, migration occurs in two major directions. One route is formed by birds migrating between breeding grounds on the mainland of northern Europe / Scandinavia and the UK. The other route is formed by birds migrating between northern Europe / Scandinavia and wintering grounds in southern Europe and Africa (Lack 1958-63, Myres 1964, Lensink *et al.* 2002). Although songbird migration largely takes place at higher altitudes, peaks in activity do also occur at lower altitudes, depending to some extent on weather conditions such as wind speed, wind direction and air temperature (Karlsson *et al.* 2011*,* Kemp *et al.* 2013). With the on-going development of offshore wind farms, migrating songbirds may collide with offshore wind turbines, potentially resulting in high mortality rates when bird fluxes at rotor height are high. A way to mitigate such mortality is by shutting down wind turbines during periods with high migration activity at rotor altitude. It is, however, largely unknown how often peaks of migration at rotor altitude occur. Here we show the occurrence of peaks in nocturnal migration activity of songbirds at rotor height at sea, as measured at the Dutch Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ) between 2007 and 2011.

2 Methods

Data on bird fluxes were used from the study on flight patterns at Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ; fig. 1), as published in Fijn *et al*. (2015). These data cover the period between 7th of June 2007 and 30th of May 2010 (3 years). Additionally, measurements were continued until March 24 2011, these data were collected to compare the nearshore flight patterns at OWEZ with flight patterns offshore (see below). These additional OWEZ-data are presented briefly, but were not analysed in detail. Briefly, bird fluxes were measured using an automated radar system (Merlin, DeTect Inc., Florida USA) consisting of a 25 kW radar positioned vertically on an offshore metmast at OWEZ (fig. 1). Birds were detected within a range of 1,5 km from the radar. To avoid biases in the data due to detection loss, only data up to 900 m were analysed. Data were collected continuously, except during periods with heavy winds (>7 Bft), rain, or technical failure. Thus, bird fluxes are available over altitudes from sea level up to 900 m altitude. Data analysis was focused on fluxes at altitudes between 25 and 250 m, because these altitudes reflect the rotor heights of current and future offshore wind turbines. For details and further information on study setup and data processing we refer to Fijn *et al.* (2015) and Krijgsveld *et al.* (2011).

The radar system was positioned south of the wind farm, at ca. 1 km from the nearest turbines. This means that migration patterns may be affected by the presence of the wind farm (either attraction or dissuasion). Because our interest is in migration patterns in relation to wind farms, this reflects the desired situation. Depending on for example spacing between turbines and on lighting schemes at the wind farm, migrating songbirds may respond differently to wind farms elsewhere. Turbines at OWEZ emit a continuous red aviation light at night, shining from the hub. Additionally, yellow lights shine intermittently from ca. five buoys and from the metmast, all on the periphery of the wind farm.

A second vertical radar system was positioned at offshore gas platform K14C FA-1 (hereafter K14). This platform is located 60 km west of the Dutch coast, at 53°16'08"N 3°37'44"W (fig. 1). Radar system and settings were the same as in OWEZ. Data were collected between 11th of March 2010 and 21st of March 2011 (1 year), simultaneously with measurements at OWEZ. The radar beam was oriented NW to SE, perpendicular to the expected main flight direction of migrating birds.

The level of migratory activity was determined based on bird flux during hours of darkness. Songbird migration is known to occur mainly at night (Alerstam 2009, Lensink *et al.* 2002). Also Fijn *et al.* (2015) showed for the OWEZ area that during periods of migration the vast majority of birds flew at night. To account for missing data in the database, mean rather than summed fluxes per night were used to assess the (relative) level of migratory activity. Peaks in flight activity were identified by calculating mean flux per night as a percentage of the total annual flux. In 2007 and 2010, flux data were available for only half a year: in 2007 measurements

commenced on 7th of June, while in 2010 measurements ended on 30th of May. Because the data complement each other, and together cover an entire year, 2007 and 2010 were considered to reflect one year, and annual flux for this year was calculated as the summed flux of 2007 and 2010. There were no indications that these years differed in timing and magnitude of migration.

Statistical analyses were carried out using SPSS v19 (SPSS Statistics Software, IBM).

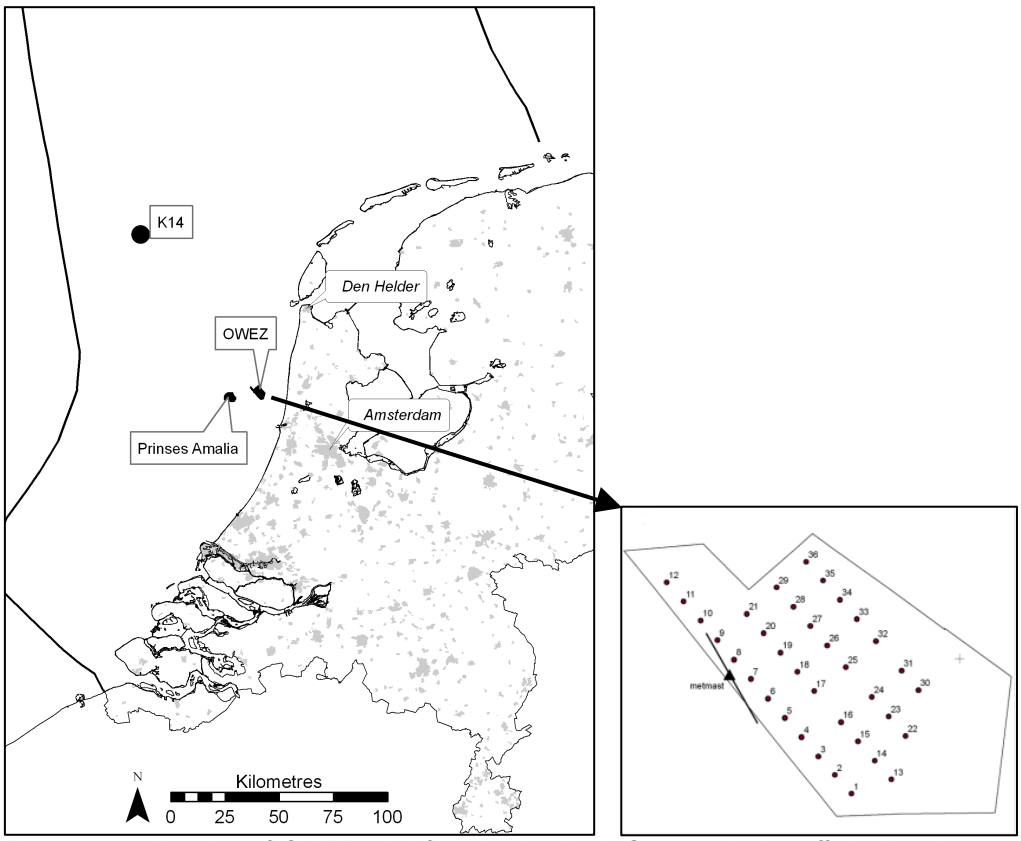


Figure 1 *Position of OWEZ wind farm in the North Sea, ca 15 km off the Dutch coast. Turbine positions are shown in the insert, as well as the location of the radar on the metmast (triangle) and the orientation and range of the radar beam (diagonal line through metmast). Position of gas platform K14 in further NW offshore is indicated as well.*

3 Results

3.1 Occurrence of migratory peaks at OWEZ

Nocturnal bird activity at rotor heights showed clear peaks in spring and autumn in all years, reflecting migrating songbirds passing through the study area (fig. 2). Patterns are consistent between years, with variation limited to the exact timing and intensity of peaks. In autumn, migratory activity was high for a longer period than in spring. In spring, high fluxes were limited mostly to March. Several smaller peaks were measured in the summer months of July and August. Fluxes reached highest levels in October and March. This was true especially when considering flight activity at all altitudes. At rotor height, highest fluxes also occurred in October and March, but in addition September and November also showed high fluxes at these lower altitudes, in contrast to flight activity at all altitudes combined.

To quantify the occurrence of peaks in migratory activity at rotor height, nocturnal fluxes were calculated as a percentage of the total annual flux at that altitude. Fluxes per night never reached more than 5 % of the annual flux. On two nights flight activity reached levels of 4 % of the annual bird flux through the area, while on 7 additional nights fluxes reached levels of 2.5 % of the annual flux (table 1).

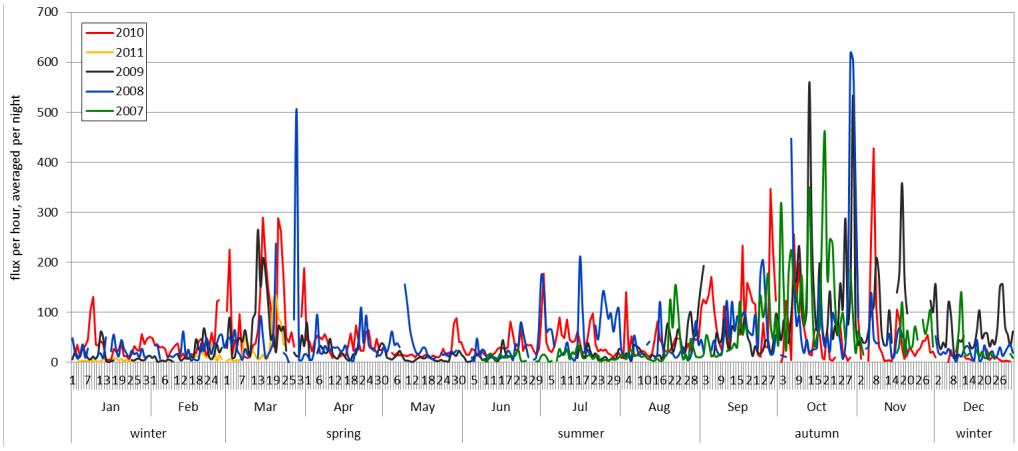


Figure 2 *Fluxes at rotor height (25-250 m), presented as flux per hour, averaged per night. Peaks in early spring likely reflect birds migrating NE from the UK. Peaks in autumn reflect birds migrating SW to UK and to a lesser extent SW-Europe. Smaller peaks in 2008 assumedly reflect lapwings and black-headed gulls as well as early starlings. Colours reflect different years.*

Table 1 *Number of nights on which the nocturnal flux at OWEZ reached a specific percentage of the annual nocturnal flux at rotor height, presented for the entire study period between June 2007 and May 2010 (in 3 yr) as well as for the yearly average (avg/yr); E.g. nocturnal flux was higher than 4% of the annual flux on only two nights. Shown as well is the total percentage of the annual bird flux that is covered on nights that the flux reaches a specific percentage of the annual flux; e.g. on those nights that the flux was higher than ≥1% of the annual flux, 33% of all birds that year flew through the area. In the rightmost two columns, the estimated annual number of collision fatalities is given for those nights that the flux reaches a specific percentage of the annual flux. Dates are provided for those nights on which fluxes were highest (≥2.5% of annual flux).*

flux level	flux per night as % of annual nocturnal flux	nr of nights		summed flux as % of annual nocturnal flux	nr of fatalities / yr	
		in 3 yr	avg/yr		/turbine	/OWEZ (36 turb)
highest flux	≥4 %	2*	1	3	1	20
⇑	≥2.5 %	7**	2	8	2	61
	≥1.5 %	22	7	18	4	129
	≥1 %	60	20	33	7	237
	≥0.5 %	159	53	56	11	404
lowest flux	≥0 %	948		100	20	720
Total nights		948				

* 29th and 30th October 2008

** 28th of March 2008, 19th of October 2007, 6th of October 2008, 13th and 30th of October 2009

3.2 Fluxes in relation to collision rate

To estimate to what extent collision mortality could be reduced by shutting down turbines during nights of peak migration, we calculated collision rates and related these to nocturnal fluxes. The number of collisions is linearly related to the flux, which means that if we know the % of the total flux passing the study area on a certain night, and we know the annual collision rate, we also know the % of all fatalities that occurs that night. Because the actual fatality rate of birds colliding with turbines at sea is unknown, the Band model is commonly used to estimate this fatality rate (e.g. Brabant *et al.* 2015, Johnston *et al.* 2014). Using the SOSS Band Model (Band 2012), an estimated number of ca. 20 songbirds would collide per wind turbine per year[1]. With OWEZ consisting of 36 turbines, this estimate would imply a total of ca. 720 songbirds (range 540-900) colliding with the OWEZ turbines each year (see also Krijgsveld *et al*. 2011).

Shutting down the turbines on nights with heavy migration would result in a decrease in collision fatalities among songbirds that is similar to the percentage of the annual bird flux on those nights. Shutting down the turbines on the two nights with peak migration would result in a reduction of 4.3+4.2=8.5% of collisions, or ca. 60 collision fatalities in the wind farm. Similarly, shutting down the turbines on 20 nights per year

[1] Model option 1; assuming rotor height 25 - 250 m altitude; avoidance = 99%; Estimate of 15 fatalities if 60% of birds are passerine; 25 fatalities if 100% are passerine, *i.e.* 20 fatalities / turbine / yr on average. Flux as measured at this altitude: 409.000 bird echoes / km / yr, corresponding with 53% of total flux at all altitudes measured [reported in Krijgsveld *et al.* 2011]. Because the actual collision rate is unknown as well as the avoidance rate of passerines offshore, and because estimates depend heavily on avoidance rate used, the numbers of collisions provided are only an indication of the actual collision rate.

on which the nocturnal flux is higher than 1% of the annual flux, would result in a reduction of 33% of fatalities, corresponding to ca. 240 birds in the entire wind farm or ca. 7 birds per turbine on an annual basis (table 1).

3.3 Preventing collisions

To prevent collision fatalities, wind turbines can be shut down in response to the level of the bird flux in the local vicinity (see discussion). We related the flux levels as measured at OWEZ to the number of passerines that will collide with turbines at those flux levels. Based on this, we calculated the number of fatalities that could be prevented if turbines were to be shut down at those flux levels, and we calculated the related number of hours that the turbines would have to be curtailed (table 2).

For example, migration flux reached levels between 250-500 bird tracks/km/h during 109 h per year (table 2, fourth row). This corresponds with 1.3 % of the time. With that flux, the estimated number of collisions would be ca. 0.02 per wind turbine per hour, corresponding with ca. 1.5 collisions in 109 hours. If turbines would be curtailed during hours with fluxes of 250 and more, this would imply that 11% of collisions per year would be prevented at the entire OWEZ wind farm, and that turbines would have to be curtailed during 139 hours per year on average, or 1.6% of the time. Wind speeds during the given fluxes are shown to indicate potential loss of energy production during idling hours.

Table 2 *Estimated collision rate for a given hourly flux, and the number of hours per year that such a flux occurs. If turbines would be shut down at a given flux, the number of collisions would be reduced. This reduction is shown as number of collisions prevented (grey area, shown as number per year per turbine, as welll as number per year for the entire OWEZ wind farm (36 turbines), and as cumulative % of all victims per year for OWEZ). The 3rd and 2nd column from the right indicate the cumulative time that the turbines would be idle, shown as number of hours per year and as % of time. The rightmost column shows average wind speed.*

flux class	nr hours	% time	coll.estimate	nr collisions prevented				cum.time idle		wind
(nr/km/hr)	/year		nr/h/WT	nr/yr/WT	nr/yr/OWEZ (=36 WT)			nr hrs	%time	speed
					mean	min- max	cum.%	/yr		(Bft)
1000-1250	1,8	0,02	0,0550	0,1	2,6	2,0 - 3,3	0,4	1,8	0,0	4,6
750-1000	9	0,10	0,0428	0,3	9,8	7,3 - 12	1,7	11	0,1	5,0
500-750	19	0,2	0,0306	0,4	15	11 - 19	3,8	29	0,3	4,8
250-500	109	1,3	0,0183	1,5	53	40 - 66	11	139	1,6	4,2
100-250	538	6,1	0,0086	3,4	121	91 - 151	28	676	7,7	4,1
0-100	8084	92	0,0024	14	519	389 - 649	100	8760	100	4,1
Total				20	720	540 - 900				

3.4 Bird concentrations at rotor height versus at higher altitudes

Nights with peak migration activity at rotor height did not coincide with birds all flying at rotor height. On the two nights with highest fluxes, 50 resp. 40% of the bird echoes were measured at rotor height, while the remainder flew above rotor height. Similar

percentages were measured on other nights with high levels of migration, with a maximum of 78% at rotor height on 18th of November 2009. High bird concentrations at rotor height did occur and were observed almost exclusively in the migratory seasons. For example, on 18th of May 2009, 92% of all birds in the air were detected at rotor height. In total, 34 nights were recorded on which more than 75% of all birds flying that night were recorded at rotor height. Such low flight altitudes may occur as a result of head winds or cloud covers, both conditions pushing the birds down to lower altitudes.

3.5 Diurnal patterns

Fluxes were significantly higher at night-time than during daytime or during dusk and dawn (fig. 3) (GLM on square root-transformed data; average flux per hour: effect of date NS, effect of time of day $F_{2, 9539}$=324, P<0.0001; where night t=24.9, P<0.0001; dawn/dusk t=4.0, P<0.0001). Peaks in nocturnal fluxes did not follow a regular pattern throughout the night. Peaks were often observed shortly after dusk, but also occurred regularly during other hours of the night until shortly before dawn. In autumn, fluxes showed a pronounced increase immediately after dusk, to gradually decrease throughout the night. In spring, fluxes were highest in the hours before dawn (fig. 4, table 3).

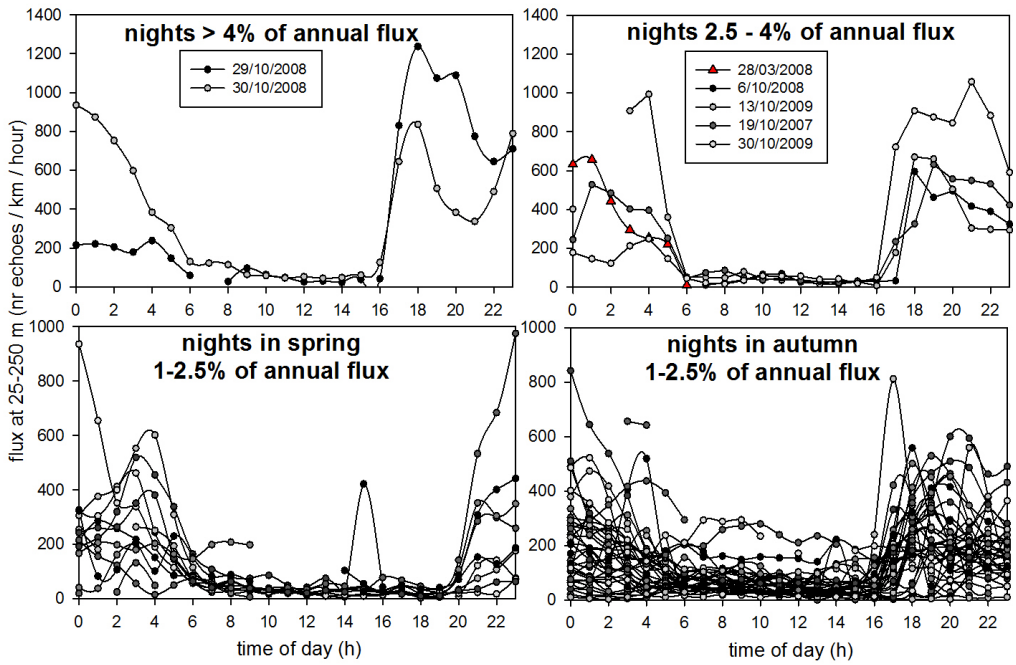


Figure 3 *Diurnal pattern of fluxes at OWEZ, shown for those days with high nocturnal fluxes. Upper left panel: nights with more than 4% of the annual nocturnal flux; upper right panel: nights with 2.5-4% of the annual nocturnal flux; Lower left panel: nights in spring and summer with 1-2.5% of the annual nocturnal flux; Lower right panel: same, for nights in autumn.*

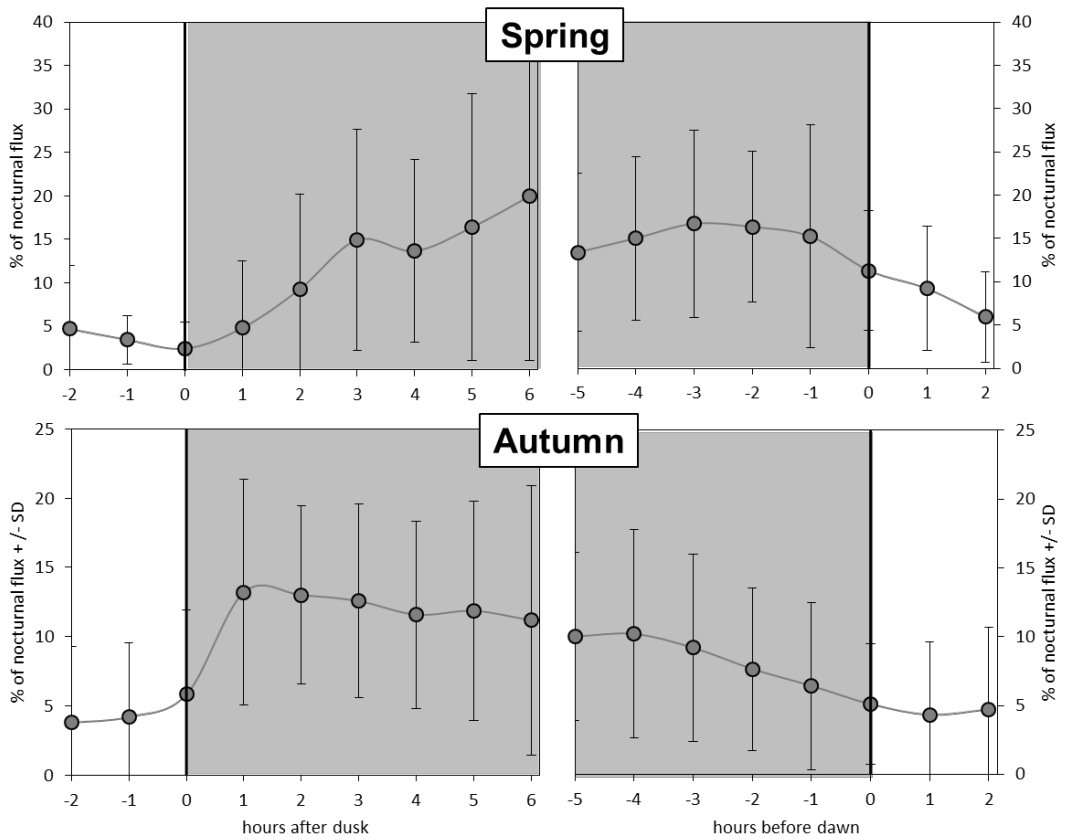


Figure 4 *Diurnal pattern of fluxes at OWEZ, shown for all nights in spring (upper panels) and autumn (lower panels). Values reflect percentages per hour of the total daily flux, where values are averaged per hour over all days with a given flux level. Shaded areas indicate nighttime, vertical lines indicate time of dawn or dusk. Fluxes showed a pronounced increase immediately after dusk in autumn, to gradually decrease throughout the night. In spring, fluxes were highest in the hours before dawn.*

3.6 Occurrence of migration peaks further offshore at K14

Fluxes further offshore at K14 generally were lower than at OWEZ (paired T-test: t=4.8, df=259, P<0.005, average = 46 and 31 tracks/km/h for OWEZ and K14 respectively) (fig. 5). Levels of activity were lower at K14 throughout the summer months, in autumn and in winter. In September 2010 high average flux was measured at OWEZ, while this was not reflected at K14 at all. Only in early spring (March) fluxes were similar or somewhat higher at K14 than at OWEZ. Nocturnal fluxes tended to show stronger peaks in the summer months at OWEZ than at K14 (fig. 6).

Table 3 *Variation in flux throughout the night at OWEZ, for both spring and autumn migration. Values given (%) are the percentages per hour of the total flux per night, averaged for the entire season. To illustrate the high level of variation between nights, standard deviations (sd) are given as well.*

time of night relative to hour of dusk/dawn	spring %	spring *sd*	autumn %	autumn *sd*
-2 day	5	7.3	4	5.5
-1	3	2.8	4	5.4
0 dusk	2	3.0	6	6.1
1	5	7.7	13	8.1
2	9	10.9	13	6.4
3	15	12.7	13	7.0
4	14	10.5	12	6.8
5	16	15.3	12	7.9
6	20	18.9	11	9.8
7			10	8.8
night				
-6			9	8.4
-5	13	9.1	10	6.1
-4	15	9.5	10	7.5
-3	17	10.8	9	6.8
-2	16	8.7	8	5.9
-1	15	12.9	6	6.1
0 dawn	11	6.9	5	4.4
1	9	7.2	4	5.3
2 day	6	5.2	5	6.0
-2	16	8.7	8	5.9
-1	15	12.9	6	6.1

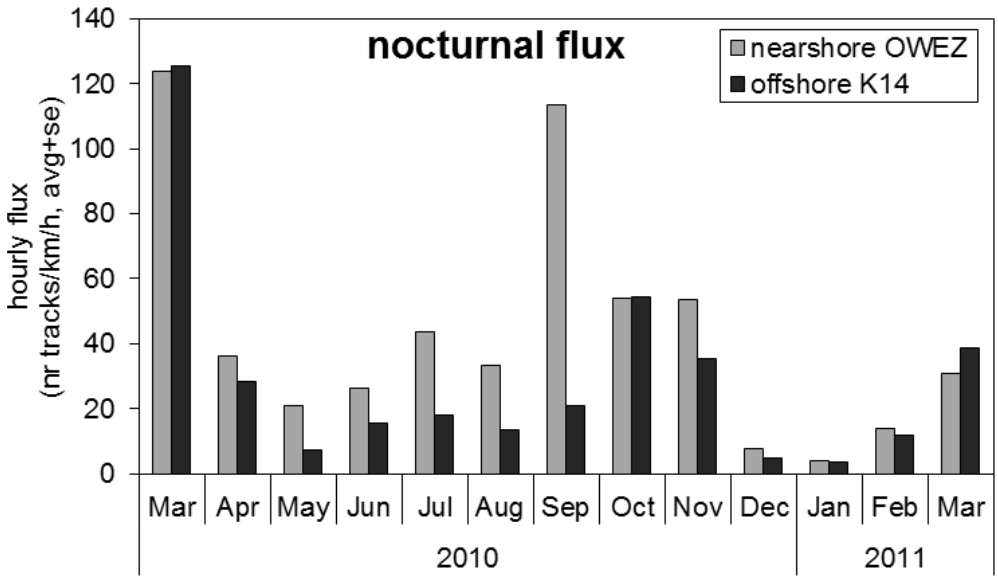


Figure 5 *Comparison of flight intensities at wind farm OWEZ (near the Dutch coast) and at gas platform K14 (offshore and further north). Shown are hourly fluxes, averaged per month, for night-time hours only. Fluxes at OWEZ were higher except during early spring, when birds migrating from the UK towards Scandinavia and NW Europe resulted in a slightly higher flux at K14 than at OWEZ.*

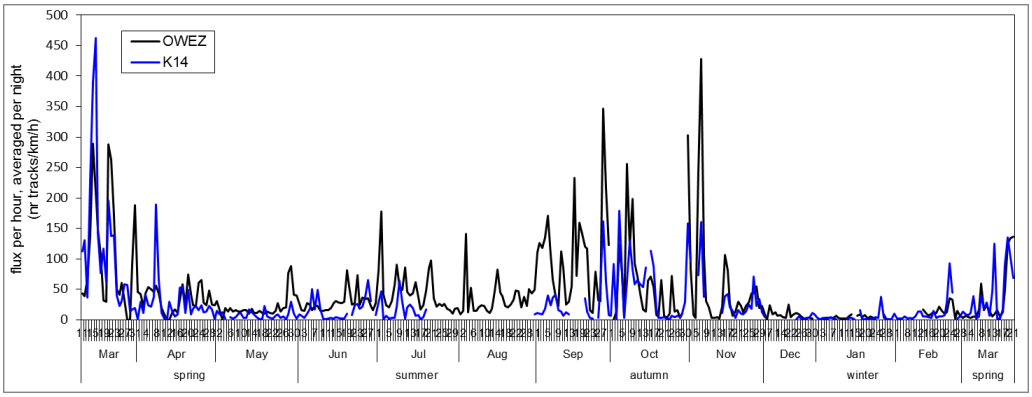


Figure 6 *Comparison of nocturnal fluxes at OWEZ and K14. Shown are fluxes during night-time only, averaged per night. Data covering the period between March 2010 and March 2011. Peak fluxes were higher at K14 in March, but other than that peak fluxes were higher at OWEZ.*

In spring, fluxes generally increased sooner after dusk at K14 than at OWEZ and decreased earlier at dawn (fig. 7). In autumn, fluxes generally increased later at K14 than at OWEZ, while they remained high for a longer time at dawn. Similar patterns were observed when comparing fluxes for all nights in spring and autumn. Differences probably did not differ significantly, but this was not tested.

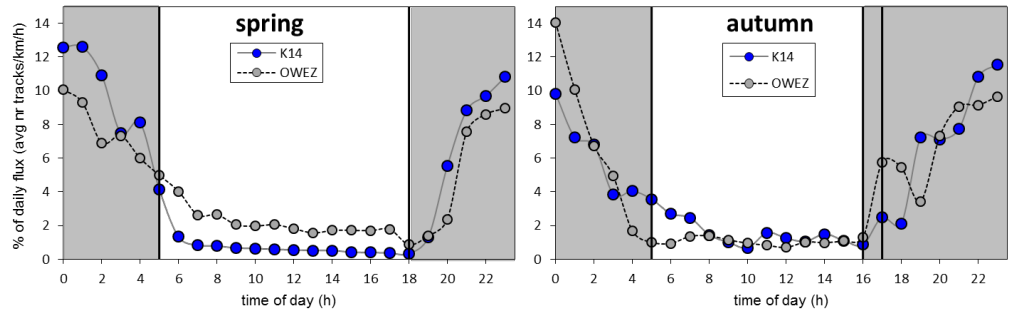


Figure 7 *Distribution of fluxes throughout the day, for those nights on which fluxes peaked at K14 (further offshore, mostly March, few in autumn). Fluxes shown for OWEZ cover the same nights. Shown are percentages per hour of the total daily flux. Values are averaged per hour over all days. Shaded areas indicate nighttime, vertical lines reflect time of dawn and dusk. In spring, fluxes generally increased sooner after dusk at K14 than at OWEZ and decreased earlier at dawn. In autumn, fluxes generally increased later at K14 than at OWEZ, while they remained high for a longer time at dawn. This reflects the distance that birds migrating between UK and Netherlands/Scandinavia need to cover before they arrive at the study site.*

3.7 Relation with weather conditions

Generally, migration activity peaked with easterly to southeasterly winds in autumn, creating tailwind situations for birds migrating to the UK (fig. 8, see also Fijn *et al*. 2015). Highest migratory activity in autumn was measured at wind speeds between 3 and 5 Bft (fig 9). Weather conditions that are standardly available, such as wind force and - direction and air temperature at the study location, did not show a straightforward relation with the occurrence of migration peaks at OWEZ. Of a total of

948 nights, flux at rotor height exceeded 2,5 % of the annual nocturnal bird flux on seven nights. On these individual nights, weather conditions shifted from more adverse to more favourable conditions. These changes concerned combinations of weather parameters, such as wind direction and speed, precipitation, and also temperature and air pressure.

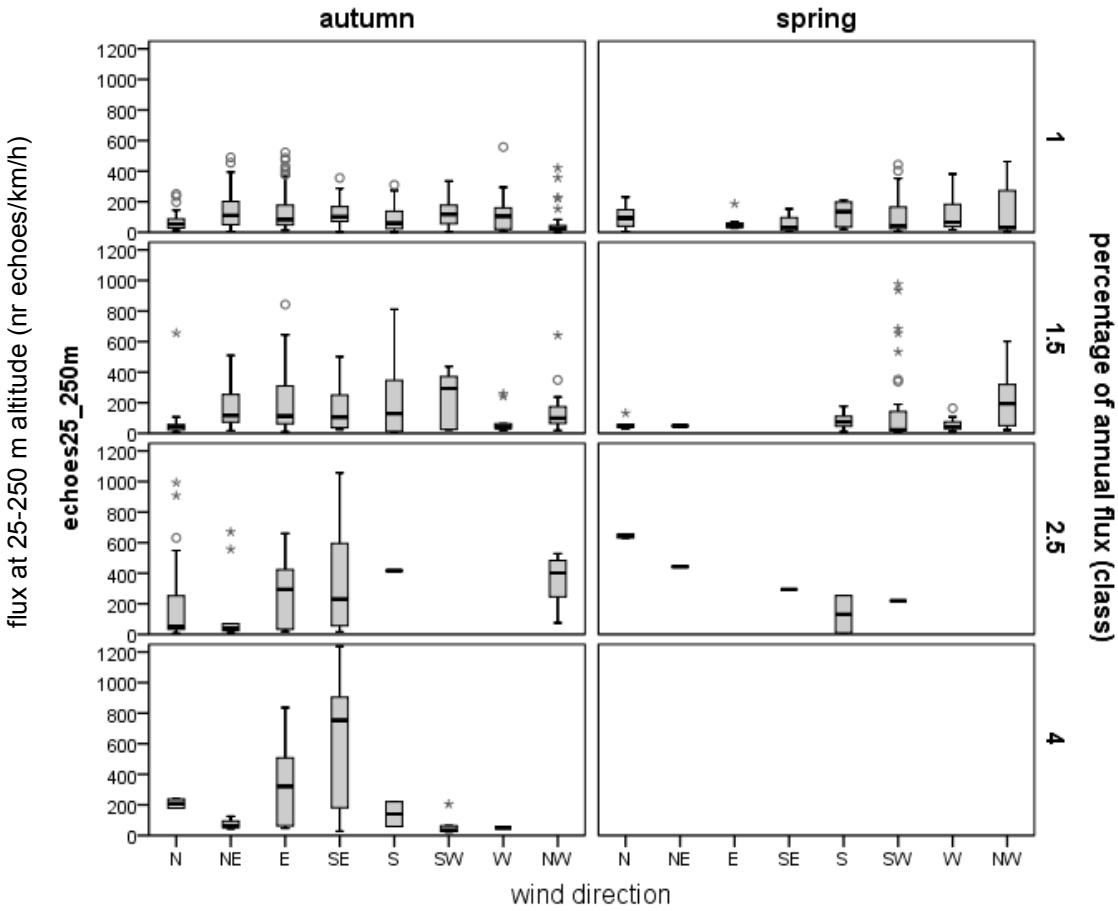


Figure 8 *Migratory activity shown in relation to wind direction. Nights with highest migratory activity are shown in the lower panels. Left panels reflect autumn, right panels reflect spring. Data presented as box plots, where: horizontal line = median; box = lower to upper 25% around median or 50% of the data; whiskers = highest and lowest values that are not outliers or extremes.*

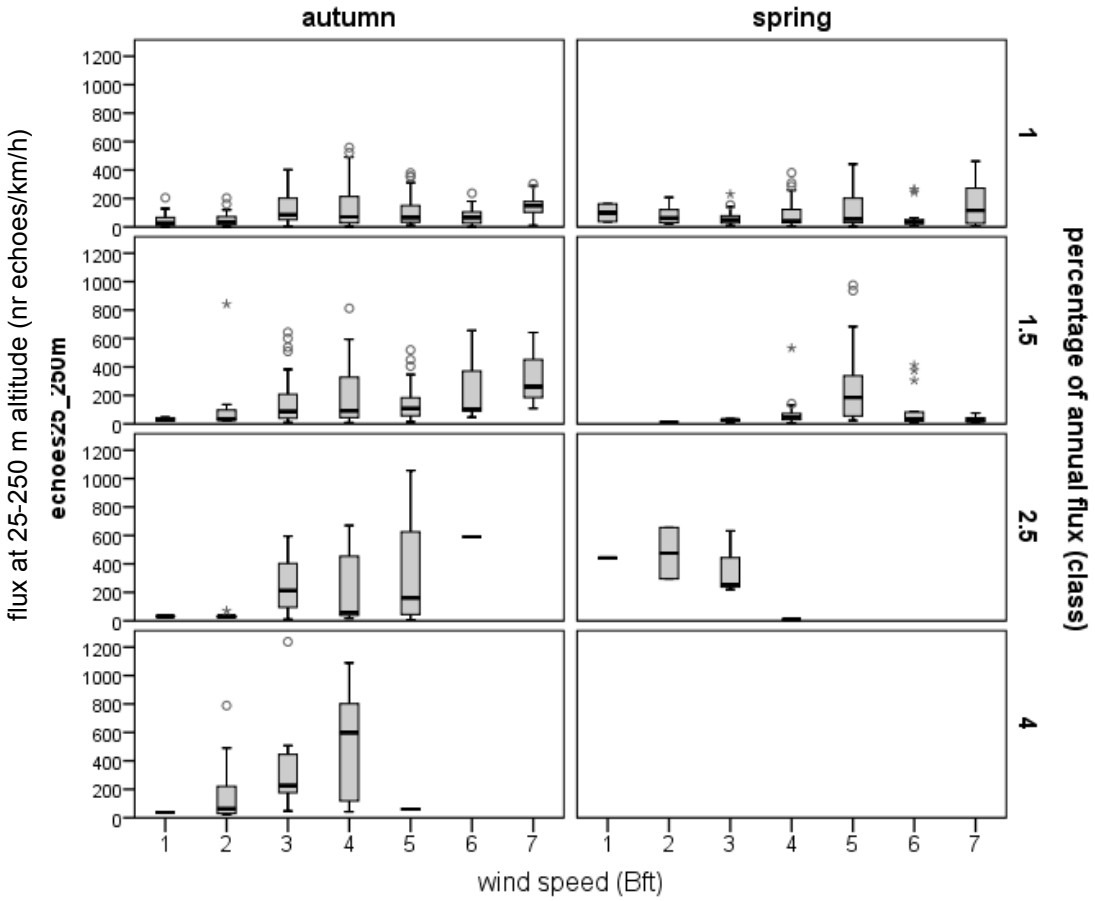


Figure 9 *Migratory activity shown in relation to wind speed. Nights with highest migratory activity are shown in the lower panels. Left panels reflect autumn, right panels reflect spring. Data presented as box plots, where: horizontal line = median; box = lower to upper 25% around median or 50% of the data; whiskers = highest and lowest values that are not outliers or extremes.*

4 Discussion

High nocturnal fluxes measured at rotor altitude in spring were limited mostly to March. These peaks reflect birds migrating in early spring from the UK, whereas birds migrating from SW Europe arrive in the Netherlands later in the season in April and May (Lensink *et al*. 2002). Passage of these latter birds was, however, hardly reflected in the data, assumedly because birds arriving from the south followed a route closer to shore or more inland, and did not pass the wind farm area. Peaks measured in July and August may reflect lapwings and / or black-headed gulls migrating to the UK (Lack 1962, 1963b, Lensink *et al.* 2002, Krijgsveld *et al.* 2011).

4.1 Occurrence of nights with peak migration

In the three years during which fluxes were measured at OWEZ, a major peak, during which more than 4% was measured of the birds flying through the area annually at night and at rotor height, was observed only on two consecutive nights (29th and 30th of October 2008). The estimated number of bird fatalities on these nights was similarly limited to 4% of all fatalities per year. This means that curtailing the turbines on nights of peak migration would have a limited effect on reducing the total number of bird fatalities. In order to reach a substantial reduction in fatalities, turbines would have to be curtailed on considerably more nights, including those nights with less extreme peaks.

High migratory activity over the southern North Sea may not always be reflected in the flight activity at OWEZ; for instance, on 30th of October 2010, high numbers of thrushes were reported to arrive at the UK shore in the morning (Ian Simms, pers. comm.), but fluxes at OWEZ were very low that entire night (50 tracks/km/h on average at all heights versus a maximum of ca. 1300 tracks on 29th of Oct 2008), indicating birds were arriving at the UK from other locations than the Netherlands (Lack 1958-1963, Myres 1964). Similarly, high levels of thrush migration were reported flying south over land on 2nd of November 2009 (D. Beuker pers. comm.), but these were not measured at OWEZ (67 tracks/km/h on average at all heights).

Falls of birds, characterized by extremely high concentrations of birds at low altitudes (rotor height), occur irregularly and infrequently (Lensink *et al*. 1999). In their review of the occurrence of falls, Lensink *et al.* identified three major falls in the period between 1978 and 1990. These falls were of such a scale that they were detected around the entire southern North Sea area. However, based on the scarcity of offshore data, they conclude that major falls at any location in the southern North Sea are likely to occur on a yearly basis. The size of the area at which such falls occur depends largely on weather conditions and changes therein (leading to larger or smaller numbers of birds departing), on where migrating birds do encounter adverse weather conditions (affecting larger or smaller migratory paths), and on the timing in the season (high migratory activity or not).

The fact that high fluxes at rotor height did not coincide with all birds flying at low altitudes, but rather with high fluxes at higher altitudes as well, suggests that the peak migration nights identified in this study do not reflect falls, where all migrating birds in the air come down to low altitudes. It is highly likely, therefore, that there will be nights when birds will cross wind farms at rotor height at substantially higher concentrations than we measured during the study period at OWEZ.

4.2 Relation with weather

Higher fluxes of migrating birds were observed with moderate easterly to southerly winds in autumn. This pattern is in line with general patterns of bird migration (Lack 1959-1963, Vogelwerkgroep Zuid-Kennemerland 2015). Weather conditions were more or less comparable to other years. We compared weather conditions during the study period with those in surrounding years (2001-2014, data from Airport Den Helder data download www.knmi.nl) (figs. see appendix). Winds were westerly on more days than average and southerly on fewer days. Wind speeds were comparable to those in other years. In March 2008 however, highest average wind speeds for spring in the period between 2001 and 2014 were recorded (6.8 m/s versus average 4.6). Days with strongest winds did not fall in the study period, except for March 2008. Because the radar was turned off at wind speeds over 7 Bft or 17 m/s, no data on fluxes are available for periods with strong winds. March 2008 had the highest number of hours with rain as well (112 h versus an average of 40 for the spring months between 2001 and 2014). Average temperatures were comparable to those in other years, with July 2007 and 2010 having the warmest days in the study (24°C on average) and January 2010 the coldest days (-6°C on average).

The exceptionally wet and windy weather in March 2008 may explain why fluxes were relatively low that month compared to other years, with an exceptionally high peak on 28th of March 2008. After a long period with stronger winds and much rainfall, the wind decreased and shifted to south and east on 26/27th of March with the arrival of a warm front, and the number of hours with rain decreased as well. The adverse weather through most of the month may have led to a build-up of birds that postponed migration, which then all departed northwest simultaneously when the weather turned more favourable on 26/27/28th of March. In addition, birds migrating from SW Europe over the Netherlands may have drifted towards the west coast with the easterly winds, resulting in even more migrating birds being detected at OWEZ.

4.3 Predicting peak nights

Peaks in songbird migration at rotor height are highly irregular and can occur at short notice. The occurrence of peak migration at low altitudes (falls) in relation to weather conditions was reviewed in detail by Lensink *et al*. (1999). From their study they identified the following patterns. Profitable weather conditions during which strong

migration occurs are clear skies, no precipitation and tailwinds. Unprofitable conditions are low visibility, overcast skies, precipitation and head winds. In autumn, highest migration activity occurs after passage of a front and along the east- and south sides of a high-pressure area. In the southern North Sea, falls tend to occur when the weather is profitable in the area of departure (Scandinavia) and unprofitable above the central or southern part of the North Sea. Falls can occur both in areas with bad weather (in the front) and in areas with good weather (behind the front).

Weather aspects thus do play a crucial role in occurrence of migration peaks, but to relate the occurrence of these peaks to specific weather conditions is difficult, and predicting the occurrence of peaks based on these conditions even more so (but see Shamoun-Baranes & van Gasteren 2011). This is due to the fact that weather conditions are concerned that are not easy to measure or model. They are related to large scale weather patterns covering the entire North Sea area, and are dependent for example on locations of fronts and the related changes in wind directions and speeds, changes in barometric pressure, (dense) cloud cover and rain.

Predictions of offshore songbird migratory activity is possible, based on data from aviation and weather radar, as demonstrated for example by the FlySafe-BAM project (www.flysafe-birdtam.eu). These predictions, however, are limited to higher altitudes well above the height of wind turbines. The best way to respond quickly and accurately to high songbird fluxes at rotor height is to install a system that can detect actual fluxes and can instantly shut down the turbines when fluxes exceed a certain threshold level. Such systems are available in the shape of bird radars. Several systems are on the market that operate fully automatically and can detect high songbird fluxes at night as well as send a start-/stop signal to the turbines. Examples of developers are Robin Radars (The Hague, Netherlands) and DeTect Inc. (Florida, USA).

4.4 The attracting effect of turbine lighting on birds

The fluxes described in this paper were measured in a condition with low lighting. When lighting is increased, which tends to be the case in higher turbines, fluxes can increase tremendously due to attraction of nocturnally migrating songbirds to light, especially on overcast nights. As a result, a higher percentage of all birds passing the area that night may concentrate around rotor height, resulting in higher numbers of fatalities.

4.5 Differences between OWEZ and K14 further offshore

Nocturnal fluxes generally were lower at K14 than at OWEZ. This is likely due to the fact that K14 is positioned northwest of the Netherlands. At K14, the majority of migrating passerines that are recorded will be birds flying between the UK and Scandinavia, while birds flying between the European mainland (Netherlands) and the

UK will be recorded to a much lesser extent at K14 than at OWEZ. Also during the summer months, peaks in nocturnal fluxes did occur both at K14 and at OWEZ, but were higher at OWEZ. The position of OWEZ near the Dutch coast may explain this difference. In addition, early migrants such as waders and gulls stopping over in the Wadden Sea, will be flying southward past OWEZ but not K14. In March, nocturnal fluxes were higher at K14 than at OWEZ. This high peak early in the spring season indicates that most passerines from the UK migrated to Scandinavia and to a lesser extent to the Netherlands / NW Europe (Lack 1959-1963).

Patterns in the timing of changes in fluxes around dusk and dawn reflect the distance that birds migrating between UK and Netherlands/Scandinavia need to cover before they arrive at the study site. In spring, birds that leave the UK at dusk to migrate in north-westerly directions, arrive at K14 earlier than they arrive at OWEZ. At dawn, birds will continue to arrive at the coast until a later time than at K14. Similarly, in autumn, birds leaving the Dutch and Scandinavian coasts at dusk to migrate to the UK, will arrive at OWEZ earlier than at K14, while at dawn, birds will have passed through and left the nearshore OWEZ area earlier than the areas further offshore (K14).

4.6 Migration levels at other wind farm locations in the Dutch North Sea

Based on the observed migration patterns at OWEZ and K14, in combination with general migration patterns of songbirds (Lack 1959-1963, Lensink *et al*. 2002), we can to a limited extent predict flux levels at other wind farm locations in the Dutch North Sea. The following differences may be observed in comparison to migration patterns at OWEZ:

- Further northwest of OWEZ higher fluxes are expected in March, and fewer or similar in autumn. Birds migrating between Scandinavia and the UK pass this area.
- Further south of OWEZ: higher fluxes expected in April, May and September, due to the fact that not only birds migrating to and from (the south of) the UK will fly through this area, but also birds migrating to and from SW Europe. Possibly, fluxes will be higher than at OWEZ throughout the migratory seasons, especially at locations close to shore (≤ ca. 15 km).
- North of the Netherlands: higher fluxes than at OWEZ expected in April, May and September, possibly also in other migratory months. This difference is due to fact that part of the birds from SW-Europe and Africa migrate across the Netherlands onwards to Scandinavia and back. The numbers of birds and number of species following this flyway are considerably larger than the numbers flying to and from the UK.
- Further offshore in general: lower fluxes are expected further offshore than closer to land, because fewer of the birds migrating to SW Europe fly through areas further offshore, and these areas are more limited to birds migrating to and from the UK.

5 Literature

Alerstam, T., 2009. Flight by night or day? Optimal daily timing of bird migration. Journal of Theoretical Biology 258(4): 530-536.

Band, B., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. The Crown Estate, London, UK.

Brabant, R., N. Vanermen, E.W.M. Stienen & S. Degraer, 2015. Towards a cumulative collision risk assessment of local and migrating birds in North Sea offshore wind farms. Hydrobiologia: doi 10.1007/s10750-015-2224-2

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, M.J.M. Poot & S. Dirksen, 2015. Bird movements at rotor heights measured continuously with vertical radar at a Dutch offshore wind farm. Ibis: 558-566. doi: 10.1111/ibi.12259.

Johnston, A., A.S.C.P. Cook, L.J. Wright, E.M. Humphreys & N.H.K. Burtan, 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. Journal of Applied Ecology 51: 31-41.

Karlsson, H., C. Nilsson, J. Backman & T. Alerstam, 2011. Nocturnal passerine migration without tailwind assistence. Ibis 153: 485-493.

Kemp, M.U., J. Shamoun-Baranes, A.M. Dokter, E. van Loon & W. Bouten, 2013. The influence of weather on the flight altitude of nocturnal migrants in mid-latitudes. Ibis 155(4): 734-749.

Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen, 2011. Effect Studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Report 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lack, D 1959. Migration across the North Sea studied by radar. Part 1. Survey through the year. Ibis 101:209-234.

Lack, D, 1960. Migration across the North Sea studied by radar. Part 2. The spring departure, 1956-1959 Ibis 102: 26-57.

Lack, D.,1962. Migration across the North Sea studied by radar. Part 3. Movements in June and July. Ibis 104:74-85.

Lack, D., 1963a. Migration across the North Sea studied by radar. Part 4. Autumn. Ibis 105: 1-54.

Lack, D. 1963b. Migration across the North Sea studied by radar. Part 5. Movements in August, winter and sping, and conclusion. Ibis 105: 461-492.

Lensink, R., C. Camphuysen, M.F. Leopold, H. Schekkerman & S. Dirksen, 1999. Falls of migrant birds, an analysis of current knowledge. Report 99.55. Bureau Waardenburg / IBN-DLO / CSR Consultancy, Culemborg.

Lensink, R., H. van Gasteren, F. Hustings, L.S. Buurma, G. van Duin, L. Linnartz, F. Vogelzang & C. Witkamp, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.

Myres, M.T., 1964. Dawn ascent and ereorientation of migrants. Ibis 106: 7-51.

Shamoun-Baranes, J. & H. van Gasteren, 2011. Atmospheric conditions facilitate mass migration events across the North Sea. Animal Behaviour 81: 691-704.

Vogelwerkgroep Zuid-Kennemerland, 2015. Vrije vogels. Dynamiek in de vogelstand van Zuid-Kennemerland en Haarlemmermeer, Haarlem.

Appendix 1

Overview of weather conditions during the study period (2007-2011) and during surrounding years (2001-2014). Data from Den Helder Airport, NW Netherlands (www.knmi.nl).

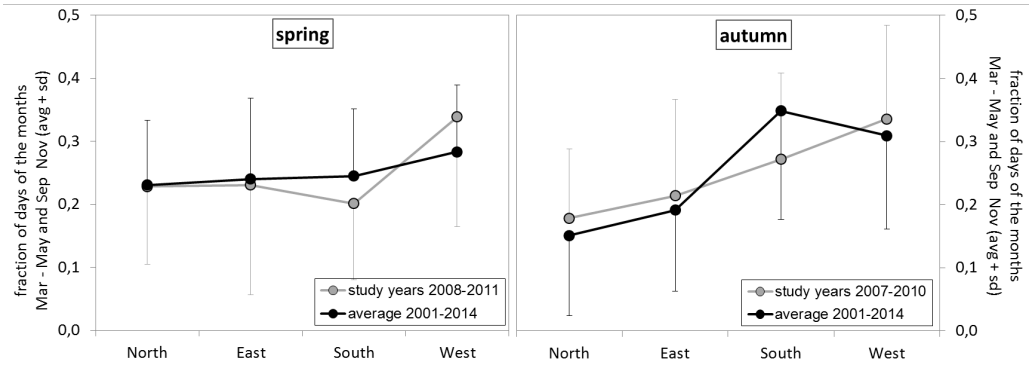


Figure A1 Prevailing wind direction in the study period and in the 13 surrounding years.

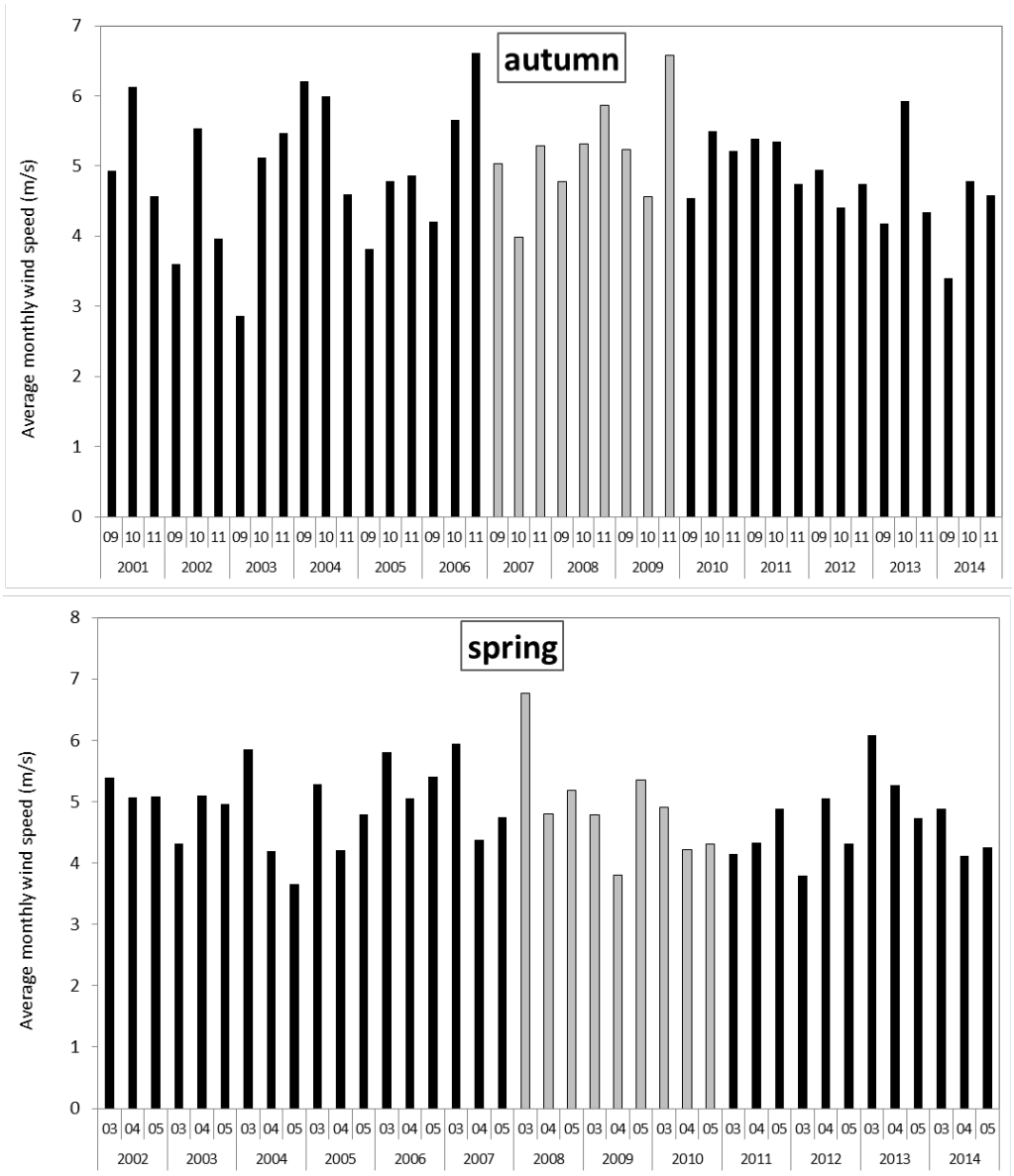


Figure A2 *Wind speeds in the study period (grey bars) and in the 13 surrounding years (black bars). Data are presented as monthly averages, and are shown only for the migratory months in autumn (upper panel) and spring (lower panel). Average spring wind speed was exceptionally high in March 2008. In autumn, peaks in average wind speed occurred more regularly.*

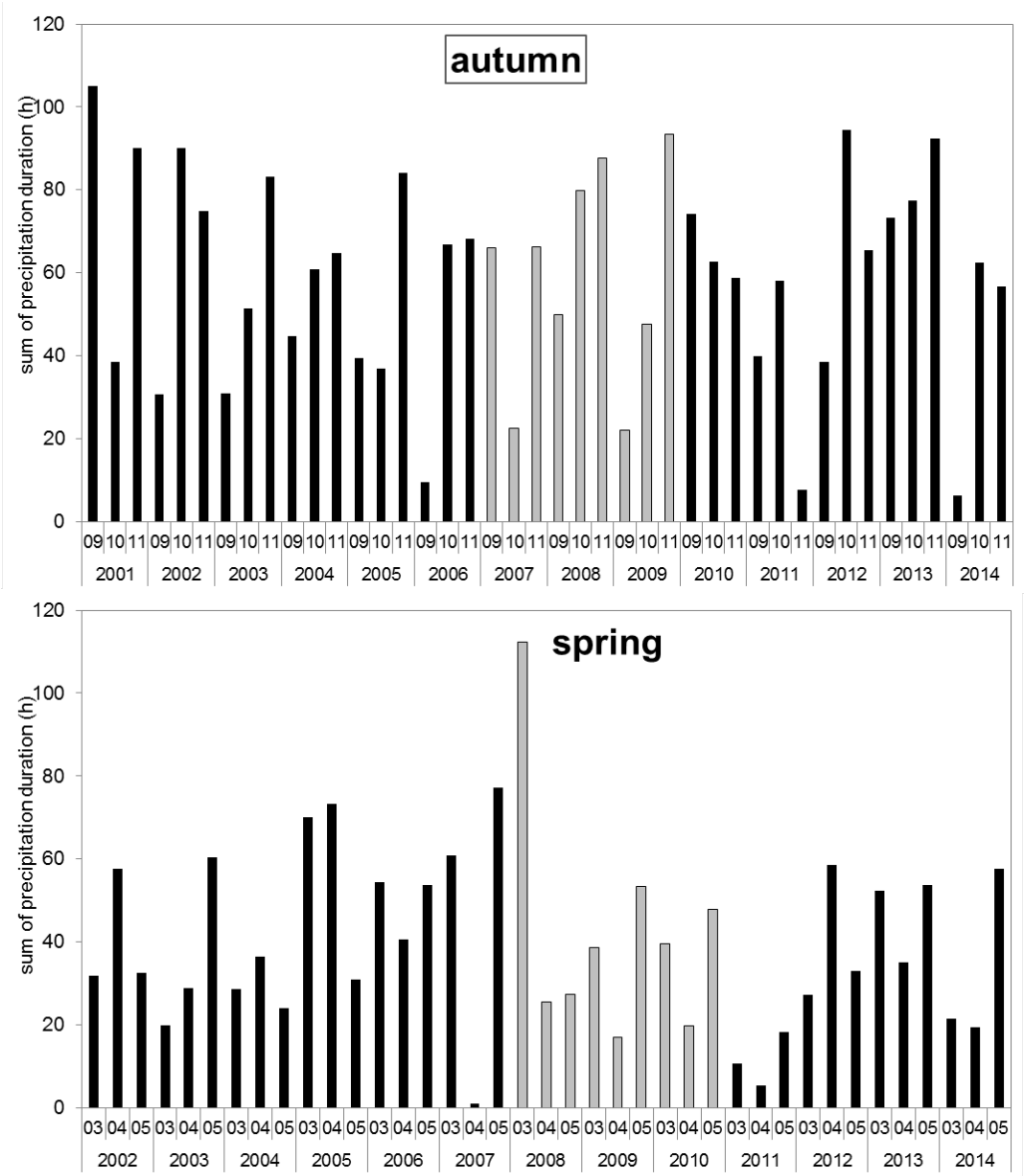


Figure A3 *Precipitation in the study period (grey bars) and in the 13 surrounding years (black bars). Data are presented as summed number of hours with precipitation per month, and are shown only for the migratory months in autumn (upper panel) and spring (lower panel). The numbers of hours with rain were maximal in March 2008.*

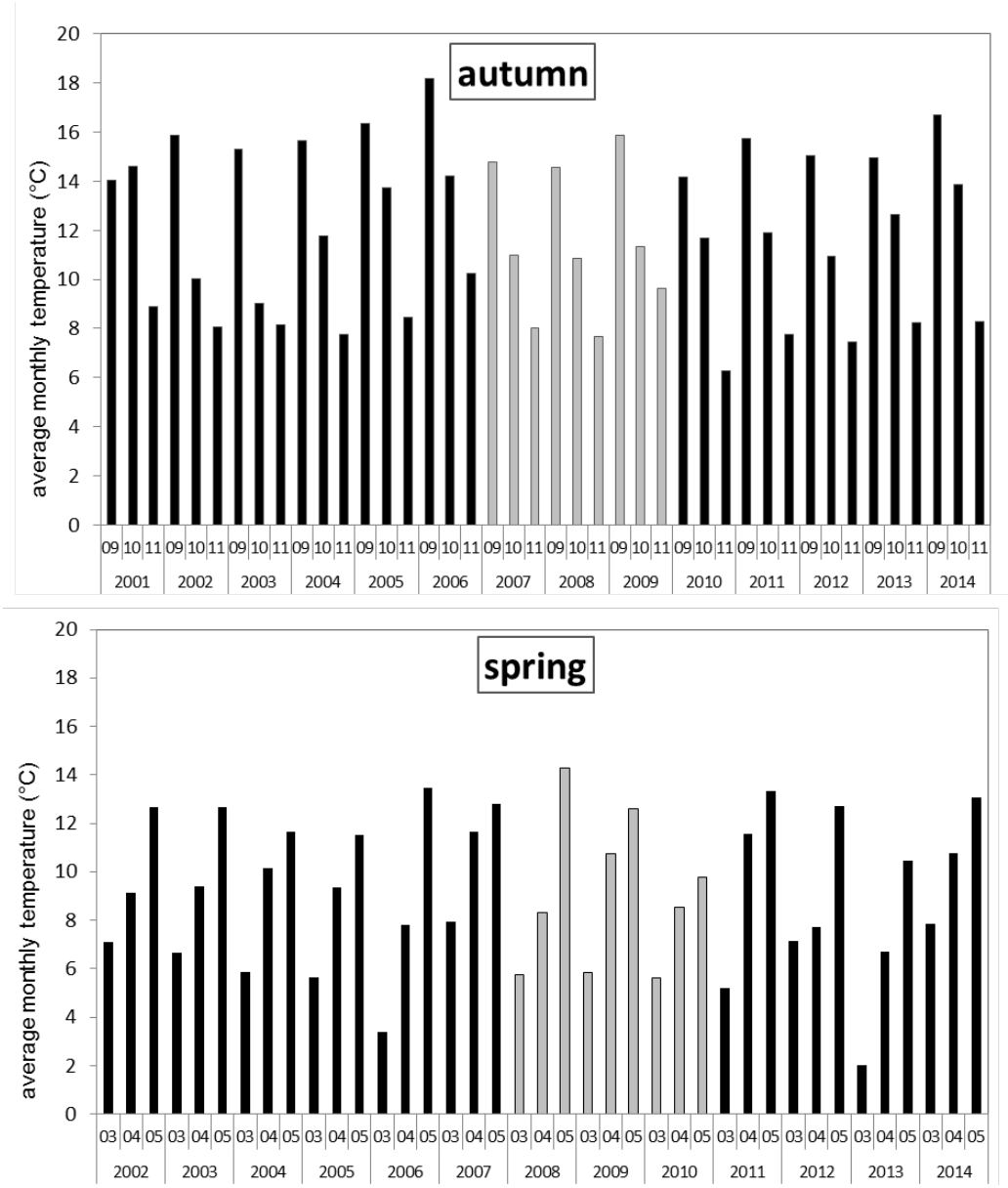


Figure A4 *Precipitation in the study period (grey bars) and in the 13 surrounding years (black bars). Data are presented as summed number of hours with precipitation per month, and are shown only for the migratory months in autumn (upper panel) and spring (lower panel). The numbers of hours with rain were maximal in March 2008.*

Bijlage 14

Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species

2nd Iteration: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species, based on revised density data, when assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds in the southern North Sea

Jan Tjalling van der Wal, Ruben Fijn, Abel Gyimesi & Michaela Scholl

Additional note to IMARES report number C166/14
[confidential for 6 months from date of publication]



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Client: Rijkswaterstaat
WVL afdeling Waterkwaliteit en Natuurbeheer
Maarten Platteeuw
Postbus 17, 8200 AA Lelystad

Publication date: 28 May 2015

IMARES WAGENINGEN UR

Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap

IMARES vision:

- 'To explore the potential of marine nature to improve the quality of life'.

IMARES mission:

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.

IMARES is:

- An independent, leading scientific research institute.

Recommended format for purposes of citation: Jan Tjalling van der Wal, Ruben Fijn**, Abel Gyimesi** & Michaela Scholl* (2015). 2nd Iteration: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species, based on revised density data, when assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds in the southern North Sea. Additonal note to IMARES Report C166/14.*

**) IMARES **) Bureau Waardenburg*

P.O. Box 68
1970 AB IJmuiden
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 77
4400 AB Yerseke
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 59
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 57
1780 AB Den Helder
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)223 63 06 87
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 167
1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, institute of Stichting DLO is registered in the Dutch trade record nr. 09098104,
BTW nr. NL 806511618

The Management of IMARES is not responsible for resulting damage, as well as for damage resulting from the application of results or research obtained by IMARES, its clients or any claims related to the application of information found within its research. This report has been made on the request of the client and is wholly the client's property. This report may not be reproduced and/or published partially or in its entirety without the express written consent of the client.

A_4_3_2-V14.1

Contents

1 Summary 5

2 Introduction 6

3 Aim of the project 6

4 Iteration 7

4.1 Assumptions 7

4.2 Method 7

4.3 Results 8

5 Re-calculation of collision victim numbers, based on Band (2012) 13

6 Impact relative to PBR 17

7 Discussion 18

7.1 Results 18

7.2 Uncertainties 19

7.3 Knowledge gaps 20

8 Conclusions and recommendations 20

9 References 21

10 Quality Assurance 22

Justification 23

1 Summary

This report is an additional note to the report of Leopold *et al.* (2014) that evaluates the cumulative effects of offshore wind farm development in accordance with the roadmap of the Social and Economic Agreement (in Dutch: SER-akkoord) on birds and bats in the southern North Sea. In that report, unacceptably high mortalities were predicted for three large gull species: lesser black-backed gull (*Larus fuscus*), great black-backed gull (*L. marinus*) and European herring gull (*L. argentatus*).

To more accurately assess the impact of the projected offshore wind farms as compared to Leopold *et al.* (2014, 2015), two options were jointly analysed in this second iteration:

- the density numbers for the aforementioned three gull species were revised; for the Dutch Continental Shelf (DCS) the calculations were based on aerial survey data from the MWTL monitoring programme only. The idea was, that since gulls tend to a aggregate near (active) fishing vessels, density numbers based on ship-based monitoring data (e.g. ESAS data) may (severely) skew the outcome of calculations (Leopold *et al.* 2015). Therefore, density numbers based only on MWTL data are regarded as more realistic densities.
- the options of mitigating collision rates by installing larger wind turbines were analysed with Band (2012) model settings for 4 MW and 5 MW turbines. Per turbine type, two variants (different rotor diameter and - as a result of the chosen method - higher hub height) were considered. Note: in the main study and the first iteration, a 3 MW turbine was assessed.

From the newly derived Band (2012) model outcomes we conclude that:

- performing the calculations as done by Leopold *et al.* (2014) on the basis of aerial counts (MWTL data; for the DCS) only, instead of ship-based and aerial counts (ESAS and MWTL data), the respective numbers of estimated collision victims become lower; in the overall analysis, this effect is less pronounced due to the fact that the number of gulls on the DCS are only a small fraction of the total numbers in the entire southern North Sea.
- larger wind turbines do have a mitigating effect on the number of collisions. The predicted differences between the minimum and maximum variants of the two considered MW types are small in comparison, suggesting that the mitigating effect is mainly due to the fact that the use of large turbine capacities means fewer turbines to achieve the same total wind farm capacity.
- while the '% collision/PBR' values for great black-backed gull and Eurpean herring gull are around the critical limit of 100, lesser black-backed gull, with a score of appr. 160, is still severely at risk.

Our recommendations correspond with what has been proposed earlier:

- make use of more (existing, but yet not readily available) data sources, for example data from aerial surveys in/of the neighbouring countries such as Germany, Denmark and the UK, to improve the reliability of input data off the DCS;
- carry out fieldwork studies to verify and validate model outcomes and underlying assumptions/ settings.
- analyse the DCS-ESAS data in isolation and compare the outcome with the results based on the MWTL data (not part of the assignment; note that the earlier analyses were based on a combined MWTL/ESAS dataset).

2 Introduction

In the second half of 2014 the IMARES and Bureau Waardenburg consortium performed calculations to estimate the cumulative effects (i.a. displacement and collision) of the planned development of offshore wind farms across the southern North Sea on seabirds, and migratory land birds and waterbirds. These species are protected by the Dutch 'Flora- en faunawet' and the 'Natuurbeschermingswet 1998' (the national laws that implement the EU Birds and Habitats Directives). The calculations showed that in the worst-case scenario significant effects arising from collisions can not be excluded for lesser black-backed gull (*Larus fuscus*) and great black-backed gull (*L. marinus*), and that these effects have to be judged as 'near-significant' for European herring gull (*L. argentatus*).

In early 2015, a first iteration cycle was performed by the same consortium. It was investigated whether some extremely high numbers of these three large gull species (peaks) that were observed behind fishing vessels were to blame for the predicted high collision rates. After all, high densities of birds in areas where offshore wind farms are projected will result in a high number of calculated collisions. Although this first iteration cycle showed that for great and lesser black-backed gull the predicted numbers of collision victims were significantly lower after applying correction factors for aggregating birds around fishing vessels, it was still found that the worst-case predictions result in significant effects, not only for these two gull species but now also for European herring gull. It was hypothesised that this may be an adverse side-effect of the method used. Peak densities of the gull species considered were spread out over a radial area, thought to be representative for attraction to an active fishing vessel. For offshore situations, birds could flock in from all directions, but in coastal situations, where most herring gulls are found, this modelling also 'attracted' gulls from land.

In the first iteration cycle, the newly calculated total numbers of the three gull species were compared to those of other surveys (colony counts of the lesser black-backed gull and earlier at-sea population estimates for great black-backed gull and herring gull). This reality check revealed that the estimates of lesser black-backed gulls, based on sea counts, could be by a factor of 1.6-3.5 too high, which could easily result in too high estimates of collision victims for this species in the same order of magnitude.

Another iteration cycle was considered nessecary. The density figures for the three large gull species that commonly occur on the DCS were to be reviewed again. Furthermore it was assumed that in the SER-wind farms to be built (hereafter referred to as 'new NL wind farms') fewer but larger wind turbines would be installed. Two turbine types of two different variants were to be considered: 4 MW (MWmin/max) and 5 MW (MWmin/max) turbines (see Table 1).

3 Aim of the project

In this second additional note to IMARES Report 166/14 'A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea' (Leopold *et al.* 2014), we built on the results of the first iteration (Leopold *et al.* 2015). Based on the turbine capacities, selected by the client (RWS), the results of Leopold *et al.* (2014) related to these three species had to be re-assessed with the same methods as before: Band (2012; also called: extended Band, and Leopold *et al.* (2014). The parameter settings of the chosen wind turbines had to be in accordance with a study carried out by Bureau Waardenburg in the context of the permit process for lot Borssele (Gyimesi *et al.* 2015; Dutch title: 'Slachtofferberekeningen voor 14 windturbine varianten (4 MW - 10 MW) in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele').

In interactive collaboration with the client, two options were jointly considered to more accurately assess the impact of the projected offshore wind farms. In this iteration:

- the density numbers for the aforementioned three gull species were revised, i.e. for the Dutch Continental Shelf (DCS) the calculations were only based on aerial survey data obtained in the MWTL

monitoring programme. As mentioned before, since gulls tend to aggregate near (active) fishing vessels, densities based on ship-based monitoring data (here: ESAS data) may (severely) skew the outcome of calculations (Leopold *et al.* 2015). The revised densities based only on aerial survey data may thus be regarded as more realistic annual densities.

- the options of mitigating collision rates by installing larger wind turbines were analysed with Band (2012) model settings for 4 MW and 5 MW turbines. Two commercial types of the same capacity but different rotor diameter and – as a result of the method applied – different assumed hub heights were considered (hereafter indicated with 'MWmin' and 'MWmax; Table 1). Previously, in the main study and the first iteration, effects of 3 MW turbines were assessed.

The client realizes that the approach chosen has its own weaknesses because for the three large gull species considered a different approach is chosen for determining the rate of collision on the DCS as compared to the rest of the southern North Sea. Nevertheless, the modelled numbers of collision victims for the different areas are added together. Moreover, the distinction now made between the DCS and the rest of the southern North Sea was not made in Leopold *et al.* (2014).

4 Iteration

4.1 Assumptions

New NL wind farms: With regard to the MWTL-data we restricted the iteration to the same MWTL-counts as used in Leopold *et al.* (2014). More recent count data were not used.

In consultation with the client, it has been agreed to assume the same 'footprints' (wind farm areas) and total MW per wind farm as in Leopold *et al.* (2014). Thus, installation of turbines with a higher capacity leads to fewer turbines per offshore wind farm but not to a smaller area in use. The characteristics of all other wind farms except the 'new NL wind farms' (see Leopold *et al.* 2014) were maintained.

Wind turbine parameter settings: As requested by the client, the characteristics of the wind turbines to be considered were adopted from Gyimesi *et al.* (2015); see Table 1. The minimum/maximum variants relate to the hub height and are derived from the size of the rotor diameter. For the purpose of the calculations, the rotor is 'positioned' such that the tip, in its lowest position, is 25 m above sea level. Note that the Band (2012) model takes both parameters (hub height and rotor diameter) into account.

Table 1. Parameter settings (according to Gyimesi et al. 2015) of the analysed 4 and 5 MW turbine types.

Capacity MW	Turbines #	Total MW	Blades #	Blade width m	Rotor speed m/s	Rotor diameter m	Hub height m	Pitch	Distance b. turbines m
4 min	88	352	3	3.8	14.96	116	83	5.9	463
4 max	88	352	3	3.8	14.96	140	95	5.9	463
5 min	70	350	3	4.0	14.14	129	89.5	5.7	518
5 max	70	350	3	4.0	14.14	156	103	5.7	518

4.2 Method

In this study, data handling and processing were identical to the earlier approach (Leopold *et al.* 2014, Leopold *et al.* 2015) except for the amount of data used. As requested, we limited ourselves to data from just one source: the MWTL database, and DCS data only. As in the first iteration cycle we considered only the three large gull species: lesser black-backed gull (Euring 5910), European herring gull (Euring 5920) and great black-backed gull (Euring 6000); Table 2.

Table 2. Field codes of the database used.

EUring	ShortName	Name	NLnaam	Latin name
5910	LBBG	lesser black-backed gull	kleine mantelmeeuw	*Larus fuscus*
5920	EHG	European herring gull	zilvermeeuw	*Larus argentatus*
6000	GBBG	great black-backed gull	grote mantelmeeuw	*Larus marinus*

The data used were taken from the most appropriate intermediate point from the original study, i.c. the latest stage where data were still distinguishable by source. The existing script was modified to limit processing to the smaller area and the selected species.

Thereafter, the newly derived density values were determined for the Dutch offshore wind farm areas that have already been treated in the initial study: OWEZ, Prinses Amalia WindPark (both operational); Eneco Luchterduinen (under construction); Gemini East and West (both licensed); and ten projected offshore wind farm sites (SER1-SER10), the 'new NL wind farms' (see above).

The new statistics served as input for the Band (2012) model calculations of Bureau Waardenburg. Based on the revised gull densities of this second iteration, submitted per bi-monthly "season" (Aug/Sep, Oct/Nov, Dec/Jan, Feb/Mar, Apr/May, Jun/Jul), the Band-model calculations were re-done to assess the associated collision rates. For a detailed description of the methods used by Bureau Waardenburg, we refer to Leopold *et al.* (2014) and Gyimesi *et al.* (2015).

4.3 Results

Based on the the above-described method, new densities were generated (Table 3). The total numbers are also plotted graphically in Figure 1.

Table 3. Average seabird densities (left panel) and seabird numbers (right panel) for the entire DCS, for each of the three gull species and the six distinguished seasons.

Season code	Months	LBBG	EHG	GBBG	Season code	Months	LBBG	EHG	GBBG
1	Aug/Sep	5267.8	3642.0	360.9	1	Aug/Sep	131694	91050	9023
2	Oct/Nov	1039.1	12668.8	2642.7	2	Oct/Nov	25978	316720	66068
3	Dec/Jan	78.3	9053.8	2699.7	3	Dec/Jan	1959	226344	67493
4	Feb/Mar	1152.2	9366.1	978.7	4	Feb/Mar	28806	234152	24467
5	Apr/May	8716.2	4055.2	453.2	5	Apr/May	217904	101381	11331
6	Jun/Jul	10116.9	3706.5	141.3	6	Jun/Jul	252922	92662	3533

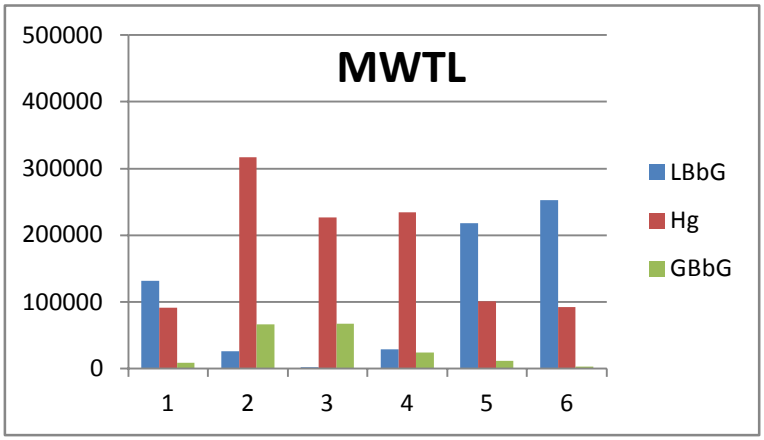


Figure 1. Birds numbers (y-axis), based on the MWTL subset, for the entire DCS, for each of the three gull species per bi-monthly season; x-axis: season code (see Table 3); LBbG = lesser black-backed gull; Hg = Herring gull; GBbG = great black-backed gull.

When re-producing GIS-maps, now based on the MWTL-counts only, the seasonal distribution pattern of the three gull species is as follows (Figure 2-4):

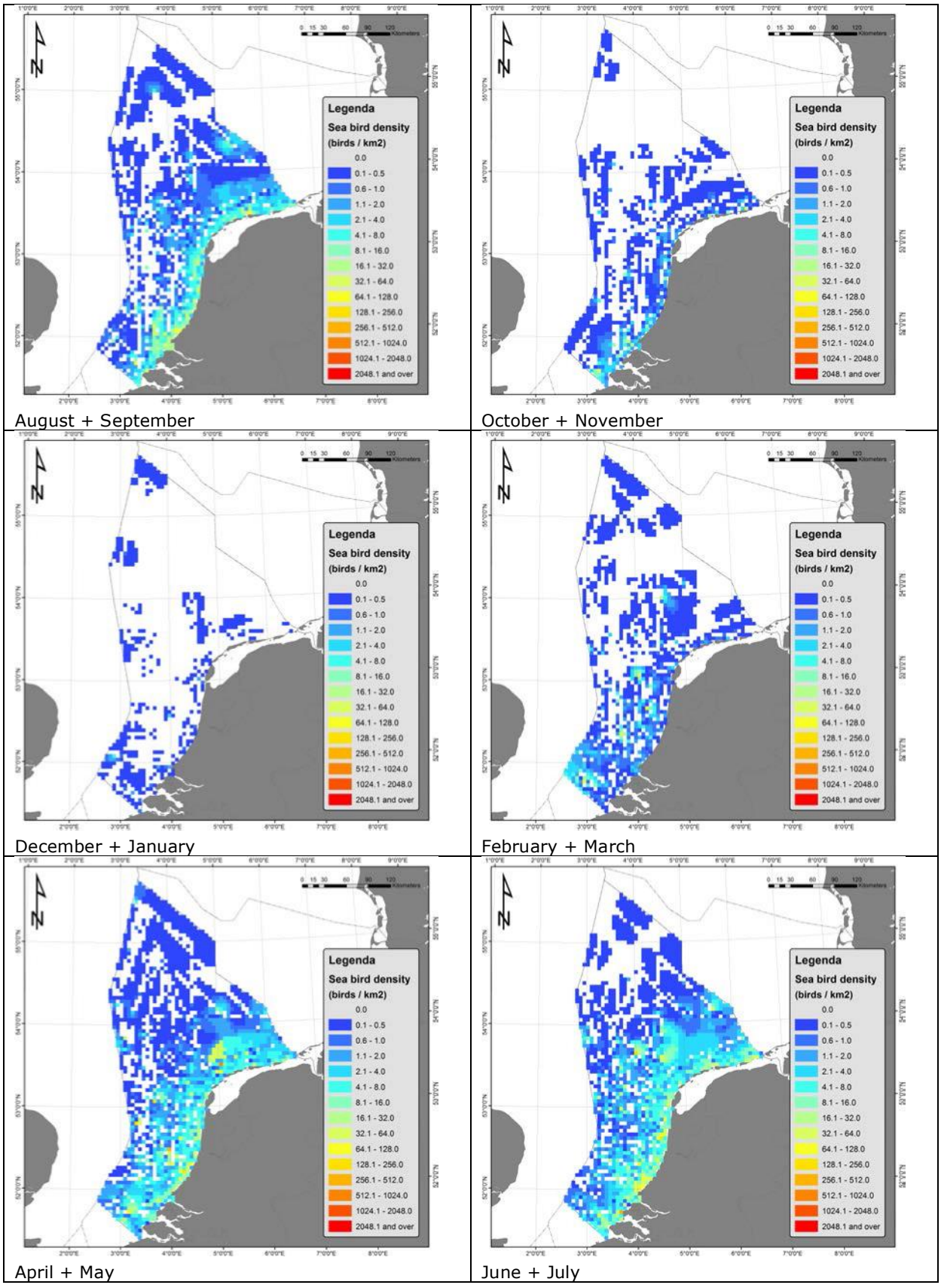


Figure 1. (to be compared to Figure 4.33 in Leopold et al. 2014 and Figure 4 in Leopold et al. 2015). Distribution patterns for lesser black-backed gull in the six distinguished seasons, and DCS only.

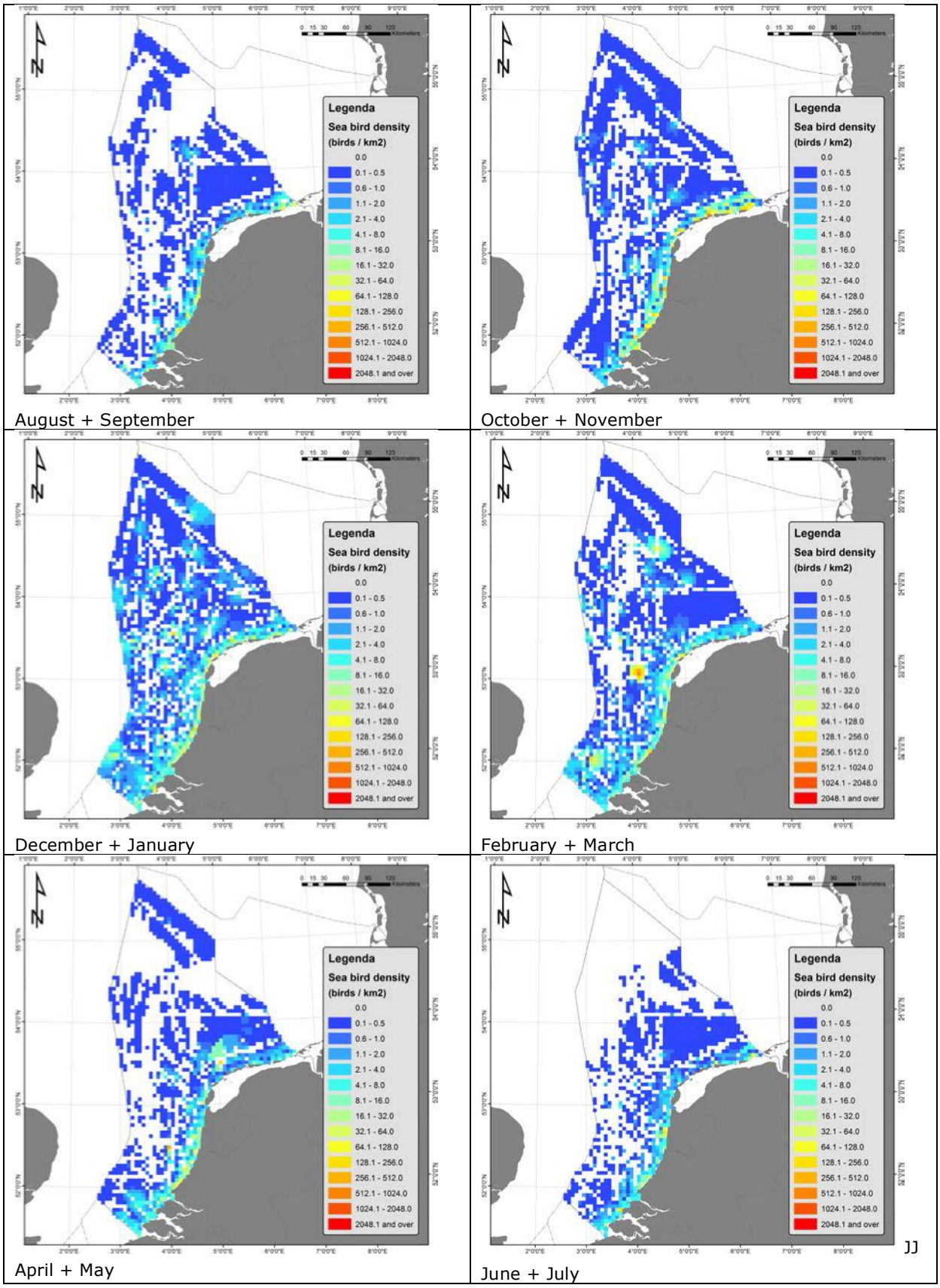


Figure 3. (to be compared to Figure 4.34 in Leopold et al. 2014 and Figure 5 in Leopold et al. 2015). Distribution patterns for European herring gull in the six distinguished seasons, and DCS only.

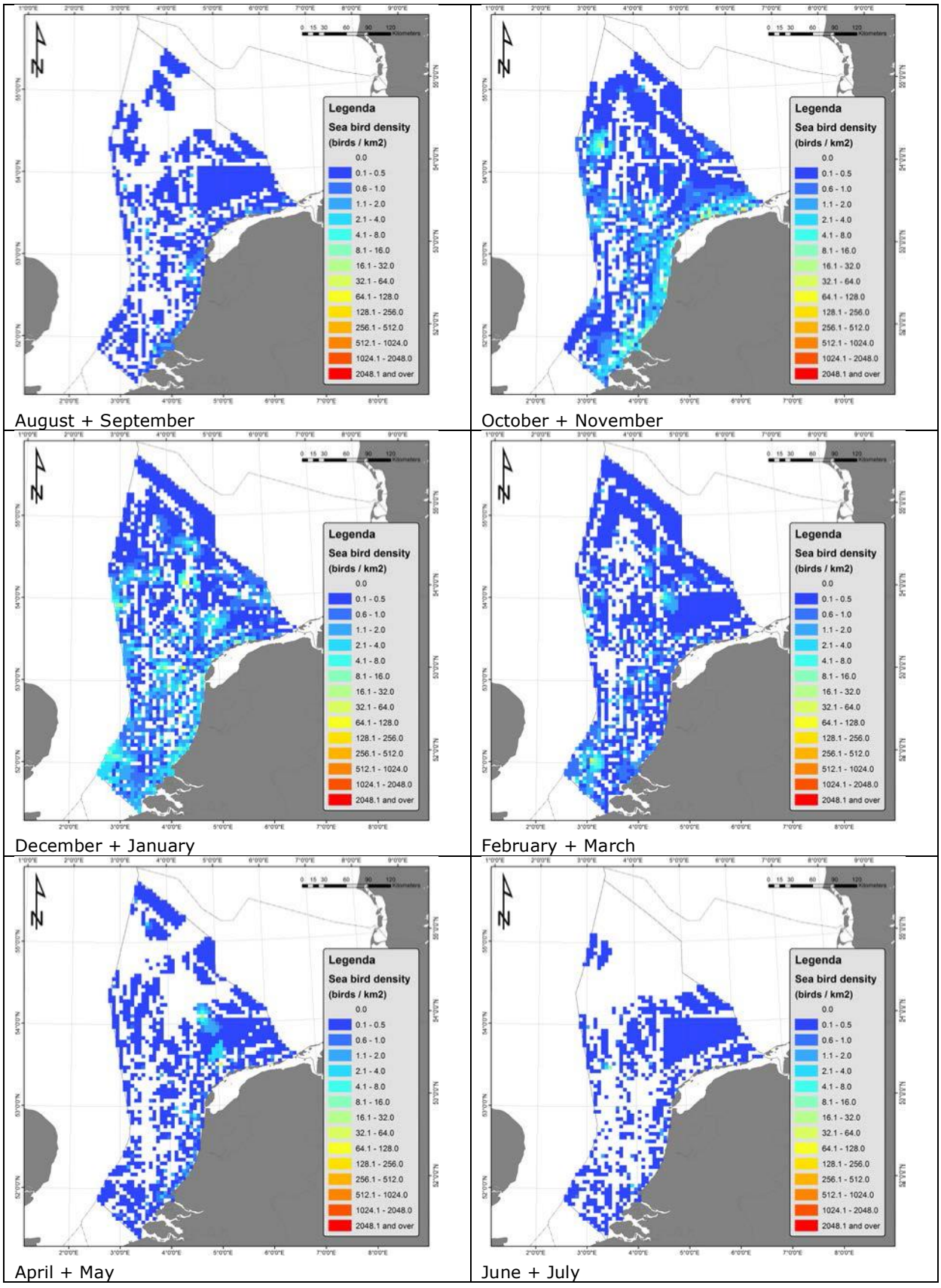


Figure 4. (to be compared to Figure 4.35 in Leopold et al. 2014 and Figure 6 in Leopold et al. 2015). Distribution patterns for great black-backed gull in the six distinguished seasons, and DCS only.

5 Re-calculation of collision victim numbers, based on Band (2012)

For the purpose of this second iteration, Bureau Waardenburg re-calculated the annual collision victim numbers, to be expected according to the Band (2012)-model, for the three large gull species considered and the situation in 2023 when all projected 'new NL wind farms' are realised in addition to:

1. all existing and operational offshore wind farms in the Dutch waters: OWEZ, Prinses Amalia Windpark;
2. the offshore wind farms in Dutch waters being under construction/licensed: Eneco Luchterduinen en Gemini West en East;
3. all foreign offshore wind farms according to the main study (Leopold *et al.* 2014).

Note that the wind farm and turbine characteristics of the wind farms described under 1 and 2 were adjusted to the actual turbine specifications that have been or are going to be installed (in contrast to Leopold *et al.* 2014), and that the wind farm and turbine characteristics of the wind farms described under 3 were similar to the original characteristics that were used in the calculations done by Leopold *et al.* 2014. For the 'new NL wind farms' on the DCS, the assumption was made that wind turbines of either 4 MW (two sizes: min and max) or 5 MW (two sizes: min and max) will be installed. The revision of gull densities holds for the DCS only; no changes in seasonal bird densities were made for the wind farms outside the DCS.

The results of the recalculations, based on the selected data (chapter 4), are presented in Table 4-7.

Table 4. Number of predicted collision victims per year for the three considered gull species, in the ten 'new NL wind farms' based on Band (2012)-modelling, per capacity-type: 4 MW and 5 MW, and two variants: min/max (see 4.1; Table 1).

Wind farm	Variant	lesser black-backed gull	European herring gull	great black-backed gull
SER1	4MW min	104	74	29
	4MW max	102	73	28
	5MW min	81	58	22
	5MW max	80	57	22
SER2	4MW min	66	60	25
	4MW max	65	58	24
	5MW min	51	46	19
	5MW max	50	45	19
SER3	4MW min	33	36	32
	4MW max	32	36	32
	5MW min	25	28	25
	5MW max	25	28	25
SER4	4MW min	118	91	34
	4MW max	117	89	34
	5MW min	92	71	27
	5MW max	91	69	26
SER5	4MW min	308	31	9
	4MW max	303	31	9
	5MW min	239	24	7
	5MW max	236	24	7
SER6	4MW min	365	56	7
	4MW max	360	55	7
	5MW min	284	44	6
	5MW max	280	43	6

SER7	4MW min	125	62	18
	4MW max	123	61	18
	5MW min	97	49	14
	5MW max	96	48	14
SER8	4MW min	254	38	7
	4MW max	250	37	7
	5MW min	197	30	6
	5MW max	195	29	5
SER9	4MW min	114	28	25
	4MW max	112	28	25
	5MW min	89	22	20
	5MW max	88	22	20
SER10	4MW min	87	59	47
	4MW max	85	58	47
	5MW min	67	46	37
	5MW max	66	45	37
Total	4MW min	1573	537	233
	4MW max	1550	526	231
	5MW min	1223	418	183
	5MW max	1206	409	181

Table 5. Number of collision victims per gull species and NL wind farms (existing/operational and under construction) based on Band (2012)-modelling.

Wind farm	lesser black-backed gull	European herring gull	great black-backed gull
OWEZ	168	160	19
Prinses Amaliawindpark	124	97	100
Eneco Luchterduinen	67	30	9
Gemini East	11	5	15
Gemini West	9	5	6
Total	380	297	150

Table 6. Number of collision victims per gull species in all other wind farms based on Band (2012)-modelling. Here, the underlying data concern peak-corrected densities as in the first iteration (Leopold et al. 2015).

Wind farm	lesser black-backed gull	European herring gull	great black-backed gull
Albatros	55	34	27
Alpha Ventus Nord	29	3	14
Alpha Ventus S□d	29	3	14
Amrumbank West	230	181	55
BARD Offshore 1	65	9	44
Belwind Alstom Haliade Demonstration	3	1	2
Belwind1	327	114	203
Belwind2	162	62	109
Blyth	1	1	1
Borkum Riffgrund I	332	35	48
Borkum Riffgrund II	392	50	79
Borkum Riffgrund West 1	97	9	27

Wind farm	lesser black-backed gull	European herring gull	great black-backed gull
Borkum Riffgrund West 2	85	7	24
Borkum West II Phase 1	165	46	48
Borkum West II Phase 2	171	46	49
Breesea Offshore Wind Farm (Hornsea Project Two)	11	0	4
Butendiek	180	64	25
Creyke Beck A (Tranche A)	2	0	8
Creyke Beck B (Tranche A)	2	1	7
DanTysk	86	38	43
Delta Nordsee 1	210	20	17
Delta Nordsee 2	192	18	15
Deutsche Bucht	15	3	23
Dudgeon	1	1	2
East Anglia Four	51	24	39
East Anglia One	26	22	32
East Anglia Three	31	4	21
EnBW He Dreiht	77	11	55
EnBW Hohe See	83	13	33
Galloper	8	6	11
Global Tech 1	77	31	32
Global Tech 2	113	19	62
Gode Wind 01	342	36	25
Gode Wind 02	277	19	11
Gode Wind 03	101	8	6
Gode Wind 04	283	20	16
Greater Gabbard	16	12	15
Gunfleet Sands Demonstration Project	0	1	1
Gunfleet Sands I + II	11	23	17
Heron Wind Offshore Wind Farm (Hornsea Project One)	1	0	4
Horns Rev 1	47	22	14
Horns Rev 2	47	33	9
Horns Rev 3	33	38	11
Hornsea Project II – Optimus W.	3	2	7
Hornsea SPC 5	12	4	10
Hornsea SPC 6	5	5	10
Hornsea SPC 7	15	10	15
Hornsea SPC 8	8	16	13
Humber Gateway	2	1	5
Inner Dowsing	1	1	2
Innogy Nordsee 1	286	38	61
Innogy Nordsee 2	290	30	26
Innogy Nordsee 3	347	39	49
Kaikas	54	32	24
Kentish Flats 1	8	17	18

Wind farm	lesser black-backed gull	European herring gull	great black-backed gull
Kentish Flats 2	4	9	9
Lincs	3	2	5
London Array 1	43	63	79
Lynn	1	1	2
Meerwind S□d/Ost	245	177	81
MEG Offshore I	382	69	123
Nördlicher Grund	47	17	35
NaREC Offshore Wind Demonstration Project	7	8	6
Njord Offshore Wind Farm (Hornsea Project One)	1	1	9
Nordergr□nde	32	38	8
Nordpassage	71	42	35
Nordsee Ost	143	101	31
Norther	371	187	150
Northwind	280	136	143
OWP West	85	6	27
Race Bank	2	2	3
RENTEL	341	159	141
Riffgat	105	54	27
Sandbank 24	33	38	45
Sandbank 24 Extension	19	19	26
Scroby Sands	33	1	20
Seastar	201	80	124
Sheringham Shoal	1	1	1
Teesside	0	12	8
Teesside A	5	5	2
Teesside B	8	1	16
Teesside C	4	4	9
Teesside D	4	3	3
Thanet	43	45	66
Thornton Bank I	729	338	289
Thornton Bank II	726	331	280
Thornton Bank III	718	305	309
THV Mermaid	93	18	50
Triton Knoll	4	2	5
Veja Mate	45	5	34
Westermost Rough	4	4	8
Total	10332	3568	3752

Table 7. Total number of collision victims due to the impact of all offshore wind farms in the southern North Sea in 2023 (according to Leopold et al. 2014) for the three considered gull species, based on Band (2012)-modelling. Given are the numbers per capacity-type: 4 MW and 5 MW and two variants: min/max (see 4.1; Table 1).

Variant	lesser black-backed gull	European herring gull	great black-backed gull
4MW min	12284	4401	4135
4MW max	12262	4391	4133
5MW min	11935	4283	4084
5MW max	11918	4274	4082

6 Impact relative to PBR

The newly derived collision numbers were assessed with the same method as in Leopold *et al.* (2014) through comparison with the relevant Potential Biological Removal values (Table 8).

Table 8. Total number of collision victims due to the impact of all offshore wind farms in the southern North Sea in 2023 (according to Leopold et al. 2014) per large gull species (GBBG = great black-backed gull; EHG = European herring gull; LBBG = lesser black-backed gull) set against the Potential Biological Removal (PBR) level (based on the status of the population). Given are the numbers per capacity: 4 MW and 5 MW, and two variants: min/max (see 4.1; Table 1). PBR levels from Leopold et al. (2014), based on Wetlands International (2014).

Species	Variant	Total n collisions	Applicable PBR	% collision/PBR
GBBG	4MW min	4135	4144	99.78
	4MW max	4133		99.73
EHG	4MW min	4401	4184	105.19
	4MW max	4391		104.95
LBBG	4MW min	12284	7560	162.49
	4MW max	12262		162.20
GBBG	5MW min	4084	4144	98.55
	5MW max	4082		98.50
EHG	5MW min	4283	4184	102.37
	5MW max	4274		102.15
LBBG	5MW min	11935	7560	157.87
	5MW max	11918		157.65

For comparison, we also present the figures estimated earlier, subdivided for the Dutch offshore wind farms and the wind farms of all other countries combined (Table 9).

Table 9. Comparative overwiew of total numbers of collision victims due to the impact of all offshore wind farms in the southern North Sea in 2023 per large gull species, for all offshore wind farms (OWF's) in the study area (shaded: proportion of foreign OWF's), set against the Potential Biological Removal (PBR). Given are the results from the various calculations (main study, 1st and 2nd iteration; see Leopold et al. 2014, 2015 and this study, respectively).

Report	Total number of collision victims					
	lesser black-backed gull		European herring gull		great black-backed gull	
	Total OWFs	Foreign OWFs	Total OWFs	Foreign OWFs	Total OWFs	Foreign OWFs
Main study	23674	18590	3381	2612	5441	4592
1st iteration	13938	10332	5845	3568	4659	3752
2nd iteration	11918-12284	10332	4274-4401	3568	4082-4135	3752
	PBR	% coll./PBR	PBR	% coll./PBR	PBR	% coll./PBR
Main study	7560	313.15	4184	80.81	4144	131.30
1st iteration	7560	184.37	4184	139.70	4144	112.43
2nd iteration	7560	157.65-162.49	4184	102.15-105.19	4144	98.50-99.78

7 Discussion

7.1 Results

In this iteration we strived to more accurately assess the impact of the projected offshore wind farms on the three large gulls species that we already focused on in the first iteration.

Based on Band (2012), Gyimesi *et al.* (2015) studied the influence of different types of turbines, i.e. their characteristics (capacity, rotor diameter, total turbine height, hub height, blade width, distance between turbines, etc.), on the number of collision victims predicted for lot Borssele (southern DCS). They found that, in general, larger wind turbine types result in lower collision numbers as compared to smaller types (3 or 4 MW) and that among the same three large gull species as in our study, the collision numbers at Borssele differed by a factor of approximately three between the smallest (4 MW) and largest (10 MW) turbine type (Gyimesi *et al.* 2015). Their findings suggest that a smaller number of large turbines yields smaller numbers of collision victims overall, compared to a large number of smaller turbines. Choosing larger turbines (in MWs) could thus potentially mitigate the overall numbers of collision victims.

The decrease in collision numbers by using large turbines can partly be explained by a lower calculated collision risk of an individual bird passing an individual turbine. Since the vast majority of seabirds fly at low altitudes, the collision risk, which is highest near the nacelle, decreases as the nacelle is at higher altitudes. But apart from this and despite the fact that larger rotors cover a larger part of the airspace, all seabirds 'benefit' from high-capacity turbines, because fewer turbines have to be installed to realise the same capacity per wind farm.

In the main study (Leopold *et al.* 2014) and for the purpose of the first iteration (Leopold *et al.* 2015), by way of worst-case approach all calculations were carried out with the smallest variant, the 3 MW turbine type, resulting in collision numbers well above critical limits for lesser en great black-backed gull; European herring gull can be regarded as a separate methodological case (see Introduction). In this second iteration, larger turbine types (4 and 5 MW) were considered in the expectation that the predicted numbers of collision victims caused by these types, might drop below the critical limits (expressed as '%

collision/PBR'). The results (Table 4) show that these larger turbine types do lead to lower collision rates as compared to the 3 MW type. However, we still found values above PBR. The results for European herring gull and great black backed gull are only just above and below 100% respectively, while the differences between the 4 and 5 MW type in both variants for these species are very small: approximately +2.8 and -1.5 percentage point respectively. By contrast, for lesser black-backed gull the number of victims still remain well above PBR. Although the new results can not simply be compared with the earlier estimates because of the different underlying datasets, the '% collision/PBR' for lesser black-backed gull becomes considerably lower with larger turbines: 313.15 (main study; MWTL/ESAS data; 3 MW), 184.37 (first iteration; MWTL/ESAS data, peaks corrected; 3 MW), and 162.49 to 157.65 (this iteration; for DCS MWTL data only, uncorrected; 4 MW min and 5 MW max resp. in 'new NL wind farms'); see Table 9.

7.2 Uncertainties

From this study and the previous work (Leopold *et al.* 2014 and 2015) more experience has been gained with modelling and treating seabird densities in relation to offshore wind energy developments. Because of the flocking behaviour of the three larger gulls that commonly aggregate behind fishing vessels, it is challenging to obtain reliable estimates of their (seaonal) densities from survey data. As an alternative to the first iteration cycle, this study was set up to improve the estimates by relying on aerial counts (MWTL-database) only, as this method is regarded to be less prone to overestimations of gull densities. Ship-based counts have the intrinsic problem that gulls are attracted to the vessel from which the counts are conducted, in contrast to aerial surveys. On the other hand, it must be kept in mind that the exclusive use of MWTL data was only possible for the DCS, and that the database-modification is, therefore, a small-scale and selective one.

The most important uncertainty, not overcome in the exercises so far, relates to the availability of data. A number of surveys, specifically with regard to the development of offshore wind in the UK, Germany, and probably Denmark, are carried out in/by these countries, but the survey data are not (readily) available. At this time, reliable density estimations for seabirds outside the DCS seem to be the biggest weakness in our analyses performed. The inclusion of survey data (from foreign countries) would be an important step forward to improve the overall confidence of the model outcomes. It remains to be seen whether this would result in lower or higher densities of seabirds, in which seasons and locations, and how this would translate into casualties. Improved data will probably not only change the results for the three large gull species, but for all other species as well.

The numbers of the three large gull species, estimated in this iteration for the DCS, may be compared to earlier estimates for this area based on ship-based counts ((Table 10; Camphuysen and Leopold 1994, Table 4.3). The estimates for great black-backed gull are very similar, the estimate for herring gull is almost double the estimate made in the 1990s, and the estimate for lesser black-backed gull is three times the earlier estimate. Numbers of lesser black-backed gulls breeding in the Netherlands have increased three-fold in the years between the two estimates (Camphuysen 2013, Figure 1.1), but numbers of herring gulls have dropped rather than increased. Estimating true numbers of gulls at sea remains a major challenge, that probably needs more scrutiny for teasing apart numbers of gulls not associating with fishing vessels from those that are found flocking around vessels, thus creating temporary hotspots that have proved difficult to deal with in gull density modelling.

Table 10. Estimates of for lesser black-backed gull, European herring gull, and great black-backed gull from Camphuysen and Leopold (1994) in comparison with the results of this iteration.

Species	2nd iteration	Camphuysen and Leopold (1994)
LBBG	253000	82900
EHG	317000	171300
GBBG	67500	63500

Another uncertainty concerns the PBR. The comparison between predicted numbers of collisions and the safe limit set by PBR relies on both measures stemming from the same population, and in case this population goes through drastic changes in size, the same year(s) of assessment. In the case of the lesser black-backed gull, input data for collision modelling stem from the past ten years of at-sea surveys, while population assessment for setting PBR may stem from a longer period of time. Given that the population of lesser black-backed gulls had shown a rapid increase over the past decades, at least in the Netherlands, PBR levels may have been set too low. In order to overcome this problem, it might be an option to re-perform the exercise, including the calculation of PBR-values, only for the Dutch waters, and only for the Dutch breeding population, which means that the entire PBR-population modelling needs to be redone with more recent NL-data than those used so far for the whole catchment area (data source: Wetlands International 2014). In addition, as pointed out in the main study (Leopold et al. 2014), it must be kept in mind that the PBR approach includes all sources of human-caused mortality. Therefore, changes in these sources should also be considered, when PBR values are recalculated with a future perspective.

7.3 Knowledge gaps

This exercise of modelling cumulative, future numbers of collision victims of offshore wind development, remains theoretical. True numbers of victims can only be obtained from thorough field studies in offshore wind farms, after these farms have become operational. Such studies will greatly help to evaluate, and fine-tune, the outcomes of pre-construction modelling exercises such as this one. Pre-construction surveys of development sites will also greatly help to fill the gaps in the existing database(s). Extrapolating bird densities into unsurveyed parts of the sea is risky, particularly if there is a lot of variation among the count data that is not easily explained by environmental co-variables. The effects of flocking behaviour of gulls on the modelling of gull numbers at sea needs to be explored further, as this might greatly influence numbers of birds estimated to be at sea at large, or at particular locations, such as projected offshore wind farm sites.

Although the applied Band (2012) method deals with flight altitudes, fieldwork studies in the projected wind farm areas are needed to validate model outcomes.

8 Conclusions and recommendations

Although in this second iteration, the modifications at the input side could only be made on a sub-set of the data, i.e. the DCS, while the recalculations of collision victim numbers were again carried out cumulatively for the entire southern North Sea, insight could be gained into the effect of using aerial count data only, and larger wind turbines in the 'new NL wind farms'. From the newly derived Band (2012) model outcomes we conclude that:

- performing the calculations as done by Leopold *et al.* (2014) on the basis of aerial counts (MWTL data; for the DCS only), instead of ship-based and aerial counts (ESAS and MWTL data), and by modelling for larger turbines, the respective numbers of collision victims become lower; in the overall analysis, this effect is less pronounced due to the fact that the number of gulls on the DCS are only a fraction of the total numbers in the entire southern North Sea.
- larger wind turbines do have a mitigating effect on the number of collisions. The predicted differences between the minimum and maximum variants of the two considered MW types are small in

comparison, suggesting that the mitigating effect is mainly due to the fact that the use of large turbine capacities means fewer turbines to achieve the same total wind farm capacity.
- while the '% collision/PBR' values for great black-backed gull and Eurpean herring gull are around the critical limit of 100, lesser black-backed gull, with a score of approximately 160, is still severely at risk.

Our recommendations correspond with what has been proposed earlier:
- make use of more (existing, but yet not readily available) data sources, for example data from aerial surveys in/of the neighbouring countries such as Germany, Denmark and the UK, to improve the reliability of input data off the DCS;
- carry out fieldwork studies to verify and validate model outcomes and underlying assumptions/settings.
- analyse the DCS-ESAS data in isolation and compare the outcome with the results based on the MWTL data (not part of the assignment; note that the earlier analyses were based on a combined MWTL / ESAS dataset).

9 References

Band W. 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate, London, UK. www.bto.org/science/wetland-and-marine/soss/projects.

Bradbury G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A. N., Caldow, R. W. G., & Hume, D. 2014. Mapping seabird sensitivity to offshore wind farms. PloS One, 9(9), e106366. doi:10.1371/journal.pone.0106366

Camphuysen, C.J. 2013. A historical ecology of two closely related gull species (Laridae): multiple adaptations to a man-made environment. Ph.D.-thesis, Univ. Groningen, Groningen.

Camphuysen, C.J.; Leopold, M.F. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research report 94/6, NIOZ Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.

Corman, A.-M., S. Garthe 2014. What flight heights tell us about foraging and potential conflicts with wind farms: a case study in Lesser Black-backed Gullls (Larus fuscus). Journal of Ornithology (2014) 155: 1037-1043.

Gyimesi, A., M.P. Collier & R.C. Fijn 2015. Slachtofferberekeningen voor 14 windturbine varianten (4 MW - 10 MW) in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 14-282/15.01562/RubFi, Culemborg, Nederland.

Leopold, M.F.; Boonman, M.; Collier, M.P.; Davaasuren, N.; Fijn, R.C.; Gyimesi, A.; de Jong, J.; Jongbloed, R.H.; Jonge Poerink, B.; Kleyheeg-Hartman, J.C.; Krijgsveld, K.L.; Lagerveld, S.; Lensink, R.; Poot, M.J.M.; van der Wal. J.T.; Scholl, M. (2014). A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. IMARES Report C166/14 [confidential for 6 months from date of publication]

Leopold, M.F.; Collier, M.P.; Gyimesi, A.; Jongbloed, R.H.; Poot, M.J.M.; van der Wal, J.T.; Scholl, M. (2015). Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14. [confidential for 6 months from date of publication].

Wetlands International (2014). "Waterbird Population Estimates". Retrieved from wpe.wetlands.org Nov 2014, publication WPE 5.

10 Quality Assurance

IMARES utilises an ISO 9001:2008 certified quality management system (certificate number: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). This certificate is valid until 15 December 2015. The organisation has been certified since 27 February 2001. The certification was issued by DNV Certification B.V. Furthermore, the chemical laboratory of the Fish Division has NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditation for test laboratories with number L097. This accreditation is valid until 1th of April 2017 and was first issued on 27 March 1997. Accreditation was granted by the Council for Accreditation.

Justification

Report : Additional note to C166/14
Project number : 431 21000 10

The scientific quality of this report has been peer reviewed by the a colleague scientist and the head of the department of IMARES.

Approved: Drs. M.F. Leopold
Marine ornithologist

Signature:



Date: 28 May 2015



Approved: Drs. J. Asjes
Head of the Department of Ecosystems

Signature:

Date: 28 May 2015

Annex A: Overview of the numbers of the three gull species (lesser black-backed gull, great black-backed gul land herring gull) on the DCS.

OWPteller	OWPname	EUring	Season	SeasonCode	Avg
0	SER1	5910	1	AS	0.719621122
0	SER1	5910	2	ON	0.743118725
0	SER1	5910	3	DJ	0.043624481
0	SER1	5910	4	FM	1.243616236
0	SER1	5910	5	AM	9.832450497
0	SER1	5910	6	JJ	2.583127608
0	SER1	5920	1	AS	3.297486889
0	SER1	5920	2	ON	0.221077798
0	SER1	5920	3	DJ	0.589112993
0	SER1	5920	4	FM	1.786248845
0	SER1	5920	5	AM	2.46118968
0	SER1	5920	6	JJ	0.2271946
0	SER1	6000	1	AS	0.062189835
0	SER1	6000	2	ON	0.688468408
0	SER1	6000	3	DJ	0.571592038
0	SER1	6000	4	FM	1.032774092
0	SER1	6000	5	AM	0.39509503
0	SER1	6000	6	JJ	0.159885516
1	SER3	5910	1	AS	0.260205665
1	SER3	5910	2	ON	0.094349254
1	SER3	5910	3	DJ	0.04883114
1	SER3	5910	4	FM	2.326366372
1	SER3	5910	5	AM	0.938933731
1	SER3	5910	6	JJ	1.323684225
1	SER3	5920	1	AS	0.04719372
1	SER3	5920	2	ON	0.213827531
1	SER3	5920	3	DJ	2.539234216
1	SER3	5920	4	FM	1.087578024
1	SER3	5920	5	AM	0.603104144
1	SER3	5920	6	JJ	0.052431429
1	SER3	6000	1	AS	0.075789136
1	SER3	6000	2	ON	0.321455382
1	SER3	6000	3	DJ	1.737369638
1	SER3	6000	4	FM	1.064228266
1	SER3	6000	5	AM	0.159771081
1	SER3	6000	6	JJ	0.047586674
2	SER5	5910	1	AS	0.678886788
2	SER5	5910	2	ON	0.030543098
2	SER5	5910	3	DJ	0
2	SER5	5910	4	FM	0.728511383
2	SER5	5910	5	AM	18.75644832
2	SER5	5910	6	JJ	23.4116029
2	SER5	5920	1	AS	0.015960138

OWPteller	OWPname	EUring	Season	SeasonCode	Avg
2	SER5	5920	2	ON	0.115032378
2	SER5	5920	3	DJ	0.805465458
2	SER5	5920	4	FM	0.711246539
2	SER5	5920	5	AM	1.940219391
2	SER5	5920	6	JJ	0.085906225
2	SER5	6000	1	AS	0.003103898
2	SER5	6000	2	ON	0.065647516
2	SER5	6000	3	DJ	0.705783204
2	SER5	6000	4	FM	0.096300148
2	SER5	6000	5	AM	0.059352112
2	SER5	6000	6	JJ	0
3	SER6	5910	1	AS	1.274264623
3	SER6	5910	2	ON	0.119459159
3	SER6	5910	3	DJ	0
3	SER6	5910	4	FM	0.727602285
3	SER6	5910	5	AM	24.26308819
3	SER6	5910	6	JJ	25.51083816
3	SER6	5920	1	AS	0.104745658
3	SER6	5920	2	ON	0.320077183
3	SER6	5920	3	DJ	0.89960224
3	SER6	5920	4	FM	0.366204802
3	SER6	5920	5	AM	4.524869527
3	SER6	5920	6	JJ	0.166449229
3	SER6	6000	1	AS	0.008266981
3	SER6	6000	2	ON	0.211115616
3	SER6	6000	3	DJ	0.389803341
3	SER6	6000	4	FM	0.081198548
3	SER6	6000	5	AM	0.024127122
3	SER6	6000	6	JJ	0.035941741
4	SER7	5910	1	AS	2.543771739
4	SER7	5910	2	ON	0.12344332
4	SER7	5910	3	DJ	0.001424339
4	SER7	5910	4	FM	1.224424124
4	SER7	5910	5	AM	9.549003864
4	SER7	5910	6	JJ	4.647794392
4	SER7	5920	1	AS	0.931184921
4	SER7	5920	2	ON	2.915149035
4	SER7	5920	3	DJ	0.32446655
4	SER7	5920	4	FM	0.732862094
4	SER7	5920	5	AM	1.939612894
4	SER7	5920	6	JJ	0.505580286
4	SER7	6000	1	AS	0.083407162
4	SER7	6000	2	ON	1.258833596
4	SER7	6000	3	DJ	0.11122514
4	SER7	6000	4	FM	0.24250954

OWPteller	OWPname	EUring	Season	SeasonCode	Avg
4	SER7	6000	5	AM	0.11722382
4	SER7	6000	6	JJ	0.033744053
5	SER8	5910	1	AS	2.604609894
5	SER8	5910	2	ON	0.127996721
5	SER8	5910	3	DJ	0.000612613
5	SER8	5910	4	FM	0.411156086
5	SER8	5910	5	AM	10.67602152
5	SER8	5910	6	JJ	22.08699247
5	SER8	5920	1	AS	0.104317911
5	SER8	5920	2	ON	1.401167353
5	SER8	5920	3	DJ	1.200825292
5	SER8	5920	4	FM	0.439860832
5	SER8	5920	5	AM	1.111315197
5	SER8	5920	6	JJ	0.309517462
5	SER8	6000	1	AS	0.019173654
5	SER8	6000	2	ON	0.235409382
5	SER8	6000	3	DJ	0.272165362
5	SER8	6000	4	FM	0.188366067
5	SER8	6000	5	AM	0
5	SER8	6000	6	JJ	0.024031818
6	SER9	5910	1	AS	0.472504492
6	SER9	5910	2	ON	0.181285836
6	SER9	5910	3	DJ	0
6	SER9	5910	4	FM	10.9142928
6	SER9	5910	5	AM	3.876852575
6	SER9	5910	6	JJ	2.386596005
6	SER9	5920	1	AS	0.137524525
6	SER9	5920	2	ON	0.295626447
6	SER9	5920	3	DJ	1.490427203
6	SER9	5920	4	FM	0.664455122
6	SER9	5920	5	AM	0.194998785
6	SER9	5920	6	JJ	0.669291034
6	SER9	6000	1	AS	0.227849466
6	SER9	6000	2	ON	0.380950459
6	SER9	6000	3	DJ	1.538986324
6	SER9	6000	4	FM	0.173701338
6	SER9	6000	5	AM	0.249404425
6	SER9	6000	6	JJ	0.050392811
7	SER10	5910	1	AS	2.413577275
7	SER10	5910	2	ON	0.362824931
7	SER10	5910	3	DJ	0
7	SER10	5910	4	FM	3.008798307
7	SER10	5910	5	AM	4.007793995
7	SER10	5910	6	JJ	3.086467687
7	SER10	5920	1	AS	0.939099493

OWPteller	OWPname	EUring	Season	SeasonCode	Avg
7	SER10	5920	2	ON	2.802367142
7	SER10	5920	3	DJ	1.840645584
7	SER10	5920	4	FM	0.438062278
7	SER10	5920	5	AM	0.600315083
7	SER10	5920	6	JJ	0.534259171
7	SER10	6000	1	AS	3.015310781
7	SER10	6000	2	ON	0.785285813
7	SER10	6000	3	DJ	0.512911577
7	SER10	6000	4	FM	0.132267704
7	SER10	6000	5	AM	0.096582157
7	SER10	6000	6	JJ	0.037570024
8	SER4	5910	1	AS	0.289640403
8	SER4	5910	2	ON	0.00721221
8	SER4	5910	3	DJ	0.066602612
8	SER4	5910	4	FM	15.61861318
8	SER4	5910	5	AM	1.669433765
8	SER4	5910	6	JJ	1.436706736
8	SER4	5920	1	AS	0.056540513
8	SER4	5920	2	ON	0.020595763
8	SER4	5920	3	DJ	1.170496251
8	SER4	5920	4	FM	9.846983773
8	SER4	5920	5	AM	0.229960555
8	SER4	5920	6	JJ	0.102190621
8	SER4	6000	1	AS	0.011935229
8	SER4	6000	2	ON	0.273029301
8	SER4	6000	3	DJ	1.398419534
8	SER4	6000	4	FM	1.810871571
8	SER4	6000	5	AM	0.038009491
8	SER4	6000	6	JJ	0.050470758
9	SER2	5910	1	AS	0.354298155
9	SER2	5910	2	ON	0.005025783
9	SER2	5910	3	DJ	0.13248065
9	SER2	5910	4	FM	1.199496375
9	SER2	5910	5	AM	6.325004852
9	SER2	5910	6	JJ	1.606619841
9	SER2	5920	1	AS	2.227412367
9	SER2	5920	2	ON	0.100084929
9	SER2	5920	3	DJ	1.090103658
9	SER2	5920	4	FM	1.62277585
9	SER2	5920	5	AM	1.57958817
9	SER2	5920	6	JJ	0.349842973
9	SER2	6000	1	AS	0
9	SER2	6000	2	ON	0.36833425
9	SER2	6000	3	DJ	0.907888227
9	SER2	6000	4	FM	0.996257333

OWPteller	OWPname	EUring	Season	SeasonCode	Avg
9	SER2	6000	5	AM	0.218618188
9	SER2	6000	6	JJ	0.060931398
10	Prinses Amaliawindpark	5910	1	AS	0.327414655
10	Prinses Amaliawindpark	5910	2	ON	0.455341416
10	Prinses Amaliawindpark	5910	3	DJ	0
10	Prinses Amaliawindpark	5910	4	FM	0.958228781
10	Prinses Amaliawindpark	5910	5	AM	14.4399721
10	Prinses Amaliawindpark	5910	6	JJ	1.489060088
10	Prinses Amaliawindpark	5920	1	AS	0.096446695
10	Prinses Amaliawindpark	5920	2	ON	0.534287302
10	Prinses Amaliawindpark	5920	3	DJ	10.86479443
10	Prinses Amaliawindpark	5920	4	FM	0.84960525
10	Prinses Amaliawindpark	5920	5	AM	0.218469304
10	Prinses Amaliawindpark	5920	6	JJ	0.204055243
10	Prinses Amaliawindpark	6000	1	AS	0.008673873
10	Prinses Amaliawindpark	6000	2	ON	0.160295042
10	Prinses Amaliawindpark	6000	3	DJ	10.74737667
10	Prinses Amaliawindpark	6000	4	FM	0.178670641
10	Prinses Amaliawindpark	6000	5	AM	0.222025826
10	Prinses Amaliawindpark	6000	6	JJ	0.149917079
11	OWEZ	5910	1	AS	3.813362466
11	OWEZ	5910	2	ON	0.575593971
11	OWEZ	5910	3	DJ	0.002513252
11	OWEZ	5910	4	FM	1.25733872
11	OWEZ	5910	5	AM	8.863054708
11	OWEZ	5910	6	JJ	41.7216734
11	OWEZ	5920	1	AS	0.930149451
11	OWEZ	5920	2	ON	17.49314662
11	OWEZ	5920	3	DJ	1.42490196
11	OWEZ	5920	4	FM	3.288468356
11	OWEZ	5920	5	AM	12.99081912
11	OWEZ	5920	6	JJ	8.109402012
11	OWEZ	6000	1	AS	0.41210823
11	OWEZ	6000	2	ON	3.02453921
11	OWEZ	6000	3	DJ	0.709247025
11	OWEZ	6000	4	FM	0.222371134
11	OWEZ	6000	5	AM	0.275921181
11	OWEZ	6000	6	JJ	0.096304392
12	Gemini East	5910	1	AS	0.191514582
12	Gemini East	5910	2	ON	0
12	Gemini East	5910	3	DJ	0
12	Gemini East	5910	4	FM	0
12	Gemini East	5910	5	AM	1.065904401
12	Gemini East	5910	6	JJ	0.573623167
12	Gemini East	5920	1	AS	0.012297314

OWPteller	OWPname	EUring	Season	SeasonCode	Avg
12	Gemini East	5920	2	ON	0.01226258
12	Gemini East	5920	3	DJ	0.512397684
12	Gemini East	5920	4	FM	0.034047893
12	Gemini East	5920	5	AM	0.089379745
12	Gemini East	5920	6	JJ	0.051800316
12	Gemini East	6000	1	AS	0.01979685
12	Gemini East	6000	2	ON	0.020086152
12	Gemini East	6000	3	DJ	1.625915805
12	Gemini East	6000	4	FM	0.291379858
12	Gemini East	6000	5	AM	0.014744704
12	Gemini East	6000	6	JJ	0.005481901
13	Gemini West	5910	1	AS	0.17739646
13	Gemini West	5910	2	ON	0
13	Gemini West	5910	3	DJ	0
13	Gemini West	5910	4	FM	0
13	Gemini West	5910	5	AM	0.692668683
13	Gemini West	5910	6	JJ	0.750962693
13	Gemini West	5920	1	AS	0.010617903
13	Gemini West	5920	2	ON	0.004315547
13	Gemini West	5920	3	DJ	0.272307855
13	Gemini West	5920	4	FM	0.029133391
13	Gemini West	5920	5	AM	0.057004398
13	Gemini West	5920	6	JJ	0.386485354
13	Gemini West	6000	1	AS	0.122560416
13	Gemini West	6000	2	ON	0.020511708
13	Gemini West	6000	3	DJ	0.44146351
13	Gemini West	6000	4	FM	0.188587036
13	Gemini West	6000	5	AM	0.019624716
13	Gemini West	6000	6	JJ	0.003478706
14	Eneco Luchterduinen	5910	1	AS	0.646324535
14	Eneco Luchterduinen	5910	2	ON	0
14	Eneco Luchterduinen	5910	3	DJ	0
14	Eneco Luchterduinen	5910	4	FM	1.97895314
14	Eneco Luchterduinen	5910	5	AM	16.91902237
14	Eneco Luchterduinen	5910	6	JJ	1.972336442
14	Eneco Luchterduinen	5920	1	AS	0.033067908
14	Eneco Luchterduinen	5920	2	ON	2.554428105
14	Eneco Luchterduinen	5920	3	DJ	0.425573168
14	Eneco Luchterduinen	5920	4	FM	0.652201124
14	Eneco Luchterduinen	5920	5	AM	3.392930469
14	Eneco Luchterduinen	5920	6	JJ	0.468391388
14	Eneco Luchterduinen	6000	1	AS	0.100324641
14	Eneco Luchterduinen	6000	2	ON	1.297270165
14	Eneco Luchterduinen	6000	3	DJ	0.050171587
14	Eneco Luchterduinen	6000	4	FM	0.347776661

OWPteller	OWPname	EUring	Season	SeasonCode	Avg
14	Eneco Luchterduinen	6000	5	AM	0.171120056
14	Eneco Luchterduinen	6000	6	JJ	0

Bijlage 15

Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij 4 scenario's van SER windparken

Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap
Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl

NOTITIE

Opdrachtgever:
Rijkswaterstaat
Water, Verkeer en Leefomgeving
t.a.v. Kees Vlak

DATUM:	12 november 2015
ONS KENMERK:	15-810/15.06881/AbeGy
AUTEUR:	dr. A. Gyimesi
PROJECTLEIDER:	drs. H.A.M. Prinsen
STATUS:	eindrapportage

Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario's van SER windparken

Inleiding

Voor de stimulering van de ontwikkeling van hernieuwbare energie op zee is de overheid voornemens om via zogeheten Kavelbesluiten nieuwe windparken op de Nederlandse Noordzee te gaan bouwen. In het kader van het MER voor windparken in de Kavels I, II, III en IV in het windenergiegebied in Borssele (Fijn *et al.* 2015b; Fijn *et al.* 2015a) en voor verschillende gebiedsvarianten in de windenergiegebieden Hollandse Kust (Gyimesi & Fijn 2015a) zijn slachtofferberekeningen uitgevoerd, ook in cumulatie met bestaande of al in aanbouw zijnde windparken in de Nederlandse Noordzee. In de berekeningen voor windenergiegebied Hollandse Kust is naar voren gekomen dat onder zilvermeeuwen meer aanvaringslachtoffers zullen vallen bij de voorkeursvariant met 4 en 6 MW turbines dan de populatie kan verdragen volgens het Potential Biological Removal (PBR) principe.

Rijkswaterstaat wil meer inzicht krijgen in of en hoe de effecten voor zilvermeeuwen gemitigeerd kunnen worden door het geplande vermogen van de windturbines te verhogen en daarmee het aantal turbines te beperken. In deze notitie worden nieuwe berekeningen gepresenteerd van vier nieuwe scenario's. In deze scenario's wordt bekeken of het verhogen van het windturbinevermogen naar 6 MW in (een deel van) het windenergiegebied Kavel Borssele en/of het verhogen van het windturbinevermogen naar 8 MW in (een deel van) het windenergiegebied Hollandse Kust leidt tot de gewenste reductie in het aantal aanvaringslachtoffers onder zilvermeeuwen.

Methoden en uitgangspunten

Band model

In voorliggende notitie worden de resultaten gepresenteerd van berekeningen van aantallen aanvaringsslachtoffers onder zilvermeeuw met behulp van het extended Band Model (Band 2012). Dit model gebruikt onder andere dichtheidsgegevens van vogels en verschillende karakteristieken van winturbines (o.a. ashoogte, rotordiameter, rotorsnelheid).

Uitgangspunten windturbines in model

In voorliggende notitie zijn vier scenario's onderzocht met verschillende windturbine-vermogens van 4, 6 of 8 MW in de windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (tabel 1). In de berekeningen zijn voor de verschillende vermogens de 'minimale' turbine-uitvoeringen gebruikt, conform de specificaties die door Rijkswaterstaat in het project Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) zijn aangeleverd (Leopold *et al.* 2015a). Rotordiameters en tussenruimtes zijn vooraf per variant vastgesteld. Als uitgangspunt voor de berekeningen is verder aangehouden dat de onderste tiphoogte voor alle turbines 25 meter bedraagt. Voor de rotorspecificaties zijn verder de waardes afgeleid van de berekeningen voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b). In tabel 2 zijn de waardes weergegeven die in de voorliggende berekeningen gebruikt zijn.

Het aantal turbines per turbinetype is berekend op basis van een totaal vermogen van 380 MW per kavel voor windenergiegebied Borssele, 1.400 MW voor Hollandse Kust Zuid en 700 MW voor Hollandse Kust Noord. Voor de ligging van de Hollandse Kust windparken is uitgegaan van de voorkeursvariant (cf. Gyimesi & Fijn 2015a).

Tabel 1 Vier scenario's met verschillende windturbinetypes voor Kavels I-II en III-IV in windenergiebied Borssele en Hollandse Kust (HK) Zuid en Noord.

Scenario	Borssele I/II	Borssele III-V	HK zuid	HK Noord
1	4MW	6MW	6MW	6MW
2	6MW	6MW	6MW	6MW
3	4MW	6MW	6MW	8MW
4	4MW	4MW	8MW	8MW

Tabel 2 Gehanteerde turbinespecificaties per turbinevermogen.

Turbine vermogen (MW)	# bladen	Snelheid (rpm)	Rotor-diameter (m)	Ashoogte (m)	Bladbreedte (m)	Pitch (°)
4	3	14,96	116	83	3,8	5,9
6	3	13,31	142	96	4,3	5,6
8	3	11,65	164	107	4,9	5,3

Uitgangspunten zilvermeeuw in model

De berekeningen van de aantallen aanvaringsslachtoffers in het kader van het MER voor windparken in de Kavels I, II, III en IV in het windenergiegebied in Borssele (Fijn *et al.* 2015b; Fijn *et al.* 2015a) waren gebaseerd op vogeldichtheden uit boottellingen van Belgisch onderzoek (Vanermen *et al.* 2013). In tegenstelling, voorliggende berekeningen is het aantal aanvaringsslachtoffers onder zilvermeeuw, conform de KEC studie,

gebaseerd op dichtheden op zee uit MWTL vliegtuigtellingen en ESAS boottellingen. De bepaling van de soortspecifieke dichtheid voor zilvermeeuw volgt de methode van de 2e iteratie van de KEC studies (van der Wal *et al.* 2015). Ook zijn dezelfde uitwijkingspercentages gebruikt als beschreven in de KEC documenten (Leopold *et al.* 2015b).

Cumulatief aantal slachtoffers
Voor de vergelijking van het aantal slachtoffers onder zilvermeeuw met de soort-specifieke PBR is uitgegaan van de PBR van de *Nederlandse* populatie (Gyimesi & Fijn 2015c) en niet de PBR van de populatie van de Zuidelijke Noordzee, zoals gedaan in het KEC (Leopold *et al.* 2015b). Voor de inschatting van cumulatieve effecten wordt vervolgens uitsluitend gekeken naar de slachtoffers in de Nederlandse windparken (OWEZ, PAWP, Eneco Luchterduinen, Gemini, Borssele I – IV en voorkeursvariant van de Hollandse Kust windparken).

Voor de berekeningen van het cumulatieve aantal aanvaringslachtoffers onder zilvermeeuw in Nederlandse windparken (OWEZ, PAWP, Luchterduinen en Gemini) is gebruik gemaakt van de slachtofferaantallen zoals deze berekend zijn voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b). Hier wordt uitgegaan van bestaande op geplande windturbineparameters.

In het onderdeel ‘Cumulatie’ van deze notitie worden naast de slachtofferwaardes door aanvaringen ook het aantal slachtoffers door habitatverlies meegenomen. In de berekeningen wordt het aantal slachtoffers door habitatverlies uitsluitend door de oppervlakte van het windpark beïnvloed (cf. Leopold *et al.* 2015b), en heeft windturbinevermogen geen invloed. Conform eerdere berekeningen (Gyimesi & Fijn 2015a) zijn in voorliggende notitie per windpark dezelfde getallen gebruikt, onafhankelijk van de verschillende turbinevermogens. In verhouding tot de aantallen slachtoffers door aanvaringen heeft het aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies overigens maar een marginaal effect. In totaal is rekening gehouden met 10 zilvermeeuwen die slachtoffer worden door habitatverlies.

Resultaten

Opschalen naar grotere windturbinetypen resulteert over het algemeen in een lager aantal aanvaringsslachtoffers van grote meeuwen dan bij kleinere turbinetypen op dezelfde locatie (cf. Gyimesi & Fijn 2015d). In het geval van de kavels in windenergiegebied Borssele betekent het gebruik van 6 MW turbines in plaats van 4 MW turbines 37% verlaging van het aantal slachtoffers onder zilvermeeuwen (tabel 3). In het geval van windenergiegebied Hollandse Kust betekent het gebruik van 8 MW turbines in plaats van 6 MW turbines 30% verlaging van het aantal slachtoffers (tabel 3).

Het totale aantal aanvaringslachtoffers onder zilvermeeuwen in **windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust** varieert tussen 386 vogels bij scenario 2 en 440 bij scenario 1 (tabel 4). Het verschil tussen de scenario’s wordt vooral veroorzaakt door verschillende dichtheden van zilvermeeuwen in de betreffende windenergiegebieden.

Tabel 3 Jaarlijkse maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder zilvermeeuwen in windenergie–gebieden Borssele en Hollandse Kust bij verschillende turbinetype-varianten. De gepresenteerde aantallen betreffen modeluitkomsten, deze dienen te worden beschouwd als ordegroottes.

Borssele kavels	4 MW	6 MW	8 MW
I	80	51	nvt
II	64	41	nvt
III	39	25	nvt
IV	98	62	nvt
Hollandse Kust			
Zuid	nvt	120	84
Noord	nvt	88	62

Tabel 4 Mortaliteit onder zilvermeeuwen in de vier onderzochte scenario's en cumulatief (door aanvaringen en habitatverlies) in de Nederlandse Noordzee als gevolg van windturbines. Cumulatieve aantallen slachtoffers zijn ook als fractie van de PBR (720 vogels) van de Nederlandse Noordzee populatie weergegeven.

Cumulatie	aantal aanvaringslachtoffers in scenario's	aantal slachtoffers cumulatief (incl. habitatverlies)	fractie PBR
Scenario 1	440	747	1,04
Scenario 2	386	693	0,96
Scenario 3	414	721	1,00
Scenario 4	428	735	1,02

In tabel 5 is het aantal *slachtoffers per turbine* onder zilvermeeuwen weergegeven. Daaruit blijkt dat het hoogste aantal slachtoffers per turbine in Kavel IV en I van Borssele valt. In Kavel IV zullen volgens de berekening ca. twee keer zoveel zilvermeeuwen bij een 6 MW turbinevariant slachtoffer vallen dan bij dezelfde turbinevariant in het gebied Hollandse Kust Zuid. Daarom is de hoogste "winst" in het verlagen van het aantal slachtoffers onder zilvermeeuwen te behalen in windenergiegebied Borssele. Het inzetten van windmolens met een groter vermogen in dit gebied levert relatief de grootste reductie in het cumulatieve aantal slachtoffers onder zilvermeeuwen. Grotere windturbines in Hollandse Kust en kleinere windturbines in Borssele (bijvoorbeeld scenario 4) leveren in verhouding minder voordeel op.

*Tabel 5 Jaarlijkse aantal aanvaringsslachtoffers onder zilvermeeuwen **per turbine** bij verschillende turbinetype-varianten in windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust. De gepresenteerde aantallen betreffen modeluitkomsten, deze dienen te worden beschouwd als ordegroottes.*

Borssele kavels	4 MW	6 MW	8 MW
I	0,85	0,81	
II	0,68	0,65	
III	0,41	0,39	
IV	1,03	0,99	
Hollandse Kust			
Zuid		0,51	0,48
Noord		0,75	0,70

Conclusie

De vier scenario's leveren allemaal een belangrijke daling in het **cumulatieve aantal slachtoffers** (aanvaringen en habitatverlies) onder zilvermeeuwen in de Nederlandse Noordzee ten opzichte van de eerder berekende aantallen met de voorkeursvariant in windenergiegebied Hollandse Kust (Gyimesi & Fijn 2015a). De berekeningen laten zien dat het aantal slachtoffers onder zilvermeeuwen in scenario 2 (6 MW turbines in Kavel Borssele en ook in Hollandse Kust) *onder de PBR* van de internationale populatie blijft. In de andere scenario's komt het cumulatieve aantal slachtoffers *praktisch op of net boven de PBR waarde* uit.

Literatuur

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate, London, Uk.

Fijn, R.C., A. Gyimesi, J.C. Kleyheeg-Hartman, M. Boonman & J.W. de Jong, 2015a. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Borssele. Kavel III en IV: vogels en vleermuizen. Rapportnr. 14-263. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Fijn, R.C., A. Gyimesi, M.P. Collier, J.C. Kleyheeg-Hartman, M. Boonman, J.W. de Jong & M.J.M. Poot, 2015b. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Borssele. Kavel I en II: vogels en vleermuizen. Rapportnr. 14-263. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande of geplande turbinetypes. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015c. Slachtofferberekeningen voor een windparkvariant met een totaalvermogen van 380 MW in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015d. Slachtofferberekeningen voor 14 windturbine varianten (4 MW - 10 MW) in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.01562. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Leopold, M.F., M.P. Collier, A. Gyimesi, R.H. Jongbloed, M.J.M. Poot, v.d.W. J.T. & M. Scholl, 2015a. Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Additional note to IMARES Report C166/14 IMARES, Wageningen.

Leopold, M.F., M. Booman, M.P. Collier, N. Davaasuren, R.C. Fijn, A. Gyimesi, J. de Jong, R.H. Jongbloed, B. Jonge Poerink, J.C. Kleyheeg-Hartman, K.L. Krijgsveld, S. Lagerveld, R. Lensink, M.J.M. Poot, v.d.W. J.T. & M. Scholl, 2015b. Building blocks for dealing with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. IMARES Report C166/14 IMARES, Wageningen.

Schekkerman, H., L.M.J. van de Bergh, K.L. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.

van der Wal, J.T., A. Gyimesi, R.C. Fijn & M. Scholl, 2015. 2nd Iteration: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species, based on revised density data, when assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds in the Southern North Sea. Additional note to IMARES Report C166/14 IMARES, Wageningen.

Vanermen, N., E.W.M. Stienen, W. Courtens, T. Onkelinx, M. van de Walle & H. Verstraete, 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing seabird displacement effects. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.755887). INBO, Brussel.

Voor vragen over deze notitie kunt u contact opnemen met dhr A. Gyimesi.

Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv

drs. H.A.M. Prinsen

Paraaf:



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

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

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.

Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

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