

Milieueffectrapport kavel I Nederwiek

Windenergiegebied Nederwiek (zuid)

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

723097 | Definitief

21 maart 2025



Pondera

Hoofdvestiging Nederland

Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia

Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia

Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Vestiging Vietnam

7th Floor, Serepok Building
56 Nguyen Dinh Chieu Street, Da Kao Ward,
District 1 Ho Chi Minh City
Vietnam

Colofon

Soort document

Milieueffectrapport kavel I Nederwiek

Projectnaam

Windenergiegebied Nederwiek (zuid)

Versienummer

Definitief

Datum

21 maart 2025

Project nummer

723097

Opdrachtgever

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Auteur

Tom Herfs & Joost Sissingh

Nagekeken door

Sergej van de Bilt

Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten en aanbevelingen. Pondera is niet aansprakelijk voor schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing. Pondera werkt met een kwaliteitsmanagementsysteem dat door EIK gecertificeerd is volgens de ISO 9001:2015 norm.

Samenvatting (Nederlands)

1. Inleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. In 2022 heeft de (toenmalige) Minister voor Klimaat en Energie de doelstelling voor wind op zee verhoogd tot een vermogen van 21 GW. In de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030ⁱ is opgenomen welke (delen van de) nieuwe windenergiegebieden wanneer ontwikkeld worden. Het gaat hierbij om de windenergiegebieden IJmuiden Ver (noord), Hollandse Kust (west) kavel VIII, Nederwiek en Doordewind, welke zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027.

De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die als windenergiegebied zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027. 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 Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) zijn algemene regels voor windparken op zee vastgelegdⁱⁱ.

De Minister van Klimaat en Groene groei kan, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op.

Dit document betreft het MER voor kavel I Nederwiek (zuid) in het windenergiegebied Nederwiek (zie figuur S1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van een windpark in de kavel.

In deze samenvatting passeren de volgende paragrafen de revue na deze inleiding :

2. de beleidscontext en de aanleiding voor het te nemen kavelbesluit;
3. de locatiekeuze voor windenergiegebied Nederwiek;
4. de verkaveling binnen windenergiegebied Nederwiek;
5. de wijze van effectbeoordeling;
6. het resultaat van de effectbeoordeling;
7. cumulatie;
8. grensoverschrijdende effecten;
9. mitigerende maatregelen;
10. overwegingen voorkeursalternatief;
11. leemten in kennis en informatie;
12. monitoring en evaluatie.

ⁱ R.A.A. Jetten, Minister voor Klimaat en Energie, Kamerbrief Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, 10 juni 2022

ⁱⁱ Paragraaf 7.2.3 artikelen 7.33 tot en met 7.45.

2. Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten

De routekaart windenergie op zee omvat plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van circa 21 GW in de volgende windenergiegebieden:

- Borssele met een vermogen van 1.502 MW;
- Hollandse Kust (zuid) met een vermogen van 1.520 MW;
- Hollandse Kust (noord) met een vermogen van 760 MW
- Hollandse Kust (west) met een vermogen van 2.100 MW;
- Ten noorden van de Waddeneilanden met een vermogen van 700 MW;
- IJmuiden Ver met een vermogen van circa 6.000 MW;
- Nederwiek met een vermogen van circa 6.000 MW;
- Doordewind met een vermogen van 4.000 MW;

Conform deze routekaart moet in 2030 circa 21 GW aan windvermogen op zee operationeel zijn. De routekaart windenergie op zee is weergegeven in figuur S1. In tabel S1 is ook de verkaveling per windenergiegebied weergegeven. Dit MER is opgesteld voor kavel I Nederwiek (zuid) van windenergiegebied Nederwiek.

Tabel S1 Geactualiseerde planning routekaart Windenergie op Zee 2030 (april 2024)

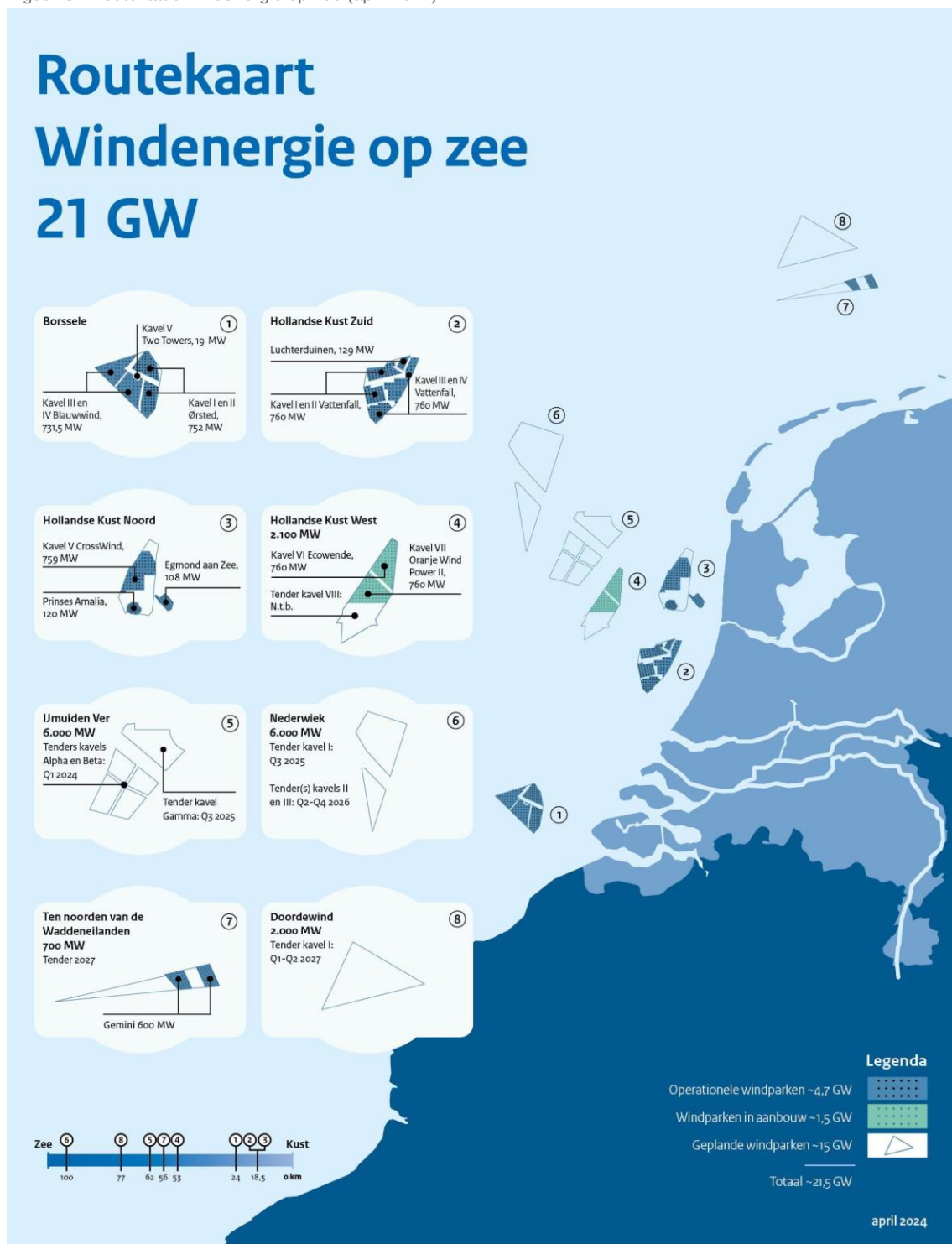
1,0	In 2015 bestaande windparken	-	-
0,7	Borssele, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Borssele, kavels III, IV en V	Gerealiseerd in 2016	2021
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	Gerealiseerd in 2017	2023
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Gerealiseerd in 2019	2023
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Gerealiseerd in 2020	2023
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Gerealiseerd in 2022	2026 - 2027
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		2027
2,0	IJmuiden Ver, kavel Alpha	Gerealiseerd in 2024	Q3 2029
2,0	IJmuiden Ver, kavel Beta		Q4 2029
2,0	IJmuiden Ver, kavel Gamma	Q3 2025	Q2 2031
2,0	Nederwiek (zuid), kavel I		Q4 2030
2,0	Nederwiek (noord), kavel II	Q2 - Q4 2026	Q2 2032
2,0	Nederwiek (noord), kavel III		Q4 2031
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VIII	N.t.b. ⁱⁱⁱ	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	2027 ^{iv}	2033
2,0	Doordewind, kavel I	Q1 – Q2 2027	Q4 2032 ^v

ⁱⁱⁱ Hollandse Kust West kavel VIII zal naar verwachting na 2031 gerealiseerd worden.

^{iv} Voorlopige planning.

^v De aanlandingen van zowel Ten noorden van de Waddeneilanden kavel I als Doordewind kavel I worden onderzocht in PAWOZ. De verwachte oplevering van deze aanlandingen is daarom nog onzeker.

Figuur S1 Routekaart Windenergie op zee (april 2024)



3. Locatiekeuze windenergiegebied

In het Programma Noordzee (PNZ) 2022 - 2027 zijn eerder gebieden aangewezen en gebieden herbevestigd als windenergiegebied. Daarbij is ervoor gekozen om alleen de contouren van de gebieden aan te geven en zijn de kavels nog niet allemaal vastgelegd.

Onderzoek naar de locatiekeuze in Programma Noordzee

Om de Europese klimaatdoelstelling voor 2030 te halen, namelijk een vermindering van de uitstoot met 55 procent ten opzichte van 1990, moeten Nederlandse windparken op zee vanaf dat peiljaar jaarlijks ca 90 TWh duurzame elektriciteit produceren. Dat komt neer op circa 21 GW geïnstalleerd vermogen. De (aanvullende) routekaart 2030 geeft aan in welke aangewezen windenergiegebieden windparken gerealiseerd kunnen worden om tot ca. 21 GW te komen. Deze gebieden zijn als windenergiegebied aangemerkt in het Programma Noordzee 2022-2027.

In het PNZ 2022-2027 zijn de gebieden waarin al windparken zijn gerealiseerd of gepland, of waarin al sprake is van kavelbesluiten opgenomen. De gebieden IJmuiden Ver (noord) en het zuidelijke deel van Hollandse Kust zijn herbevestigd als aangewezen windenergiegebieden^{vi}. Daarnaast zijn er in PNZ 2022-2027 drie nieuwe windenergiegebieden aangewezen waaronder Nederwiek. De andere twee zijn Lageland en Doordewind. Ten aanzien van windenergiegebied Lageland is later (2023) in een kamerbrief afgewogen deze niet te benutten voor 2030.

Ook voor de periode na 2030 heeft het PNZ 2022-2027 zoekgebieden geïdentificeerd om windenergie op zee verder te ontwikkelen, met als uitgangspunt het minimumscenario van 38 GW totaal geïnstalleerd vermogen op zee in 2050. Aanvullend op de ruimte in de aanvullende routekaart 2030 (21 GW) is voor de periode na 2030 nog ruimte nodig voor 17 GW. Voor het daadwerkelijk aanwijzen van deze geïdentificeerde windenergiegebieden zal het PNZ 2022-2027 partieel worden herzien^{vii}.

Windenergiegebied Nederwiek is dus nieuw aangewezen als windenergiegebied in het PNZ waarbij het gaat om een zuidelijk en noordelijk deel waartussen een clearway ligt. Windenergiegebied Nederwiek maakt daarmee dus onderdeel uit van de routekaart om de CO₂-doelstelling in 2030 te halen (het draagt bij aan de 21 GW).

^{vi} Er zijn ook windenergiegebieden geschrapt of de grenzen van (aangewezen) windenergiegebieden zijn iets aangescherpt.

^{vii} De concept NRD partiële herziening PNZ 2022-2027 heeft ter inzage gelegen en is te vinden via:

<https://www.platformparticipatie.nl/programmanoordzee/concept-nrd-participatieplan-programmanoordzee/default.aspx>

4. Verkaveling

Het aangewezen windenergiegebied Nederwiek ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 95-100 kilometer van de kust (circa 51-54 nautische mijl). Nederwiek bestaat uit een noordelijk en zuidelijk deel, van elkaar gescheiden door een (beoogde) clearway voor de scheepvaart. Het volledige windenergiegebied Nederwiek (zuid en noord) heeft een oppervlakte van in totaal 600 km². Kavel I is de enige kavel in het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek (hierna; Nederwiek (zuid)). Het windenergiegebied Nederwiek (zuid) heeft een oppervlakte van ca. 273 km². De beoogde kavel heeft een (netto) oppervlakte van circa 156 km². De waterdiepte in Nederwiek (zuid) varieert tussen –34,0 en –24,8 meter ten opzichte van het Laagste Astronomische Getij (LAT) en is gemiddeld –28,5 meter LAT.^{viii}

Binnen het windenergiegebied Nederwiek is ruimte voor drie kavels van 2 GW namelijk twee kavels in Nederwiek (noord) en één kavel in Nederwiek (zuid). De tender van kavel I Nederwiek (zuid) is gepland in het tweede kwartaal van 2025. Het uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is het zoveel mogelijk combineren van het gebruik van de schaarse ruimte op de Noordzee met betrekkelijk compacte kavels van ca. 10 MW/km².

Bij de verkaveling worden diverse kaders en richtlijnen gehanteerd. In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn bijvoorbeeld het 'Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken' en het 'Ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken' opgenomen. Ook zijn onderzoeken verricht naar de effecten van zogturbulentie van windturbines op de vliegveiligheid^{ix} en naar de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms.

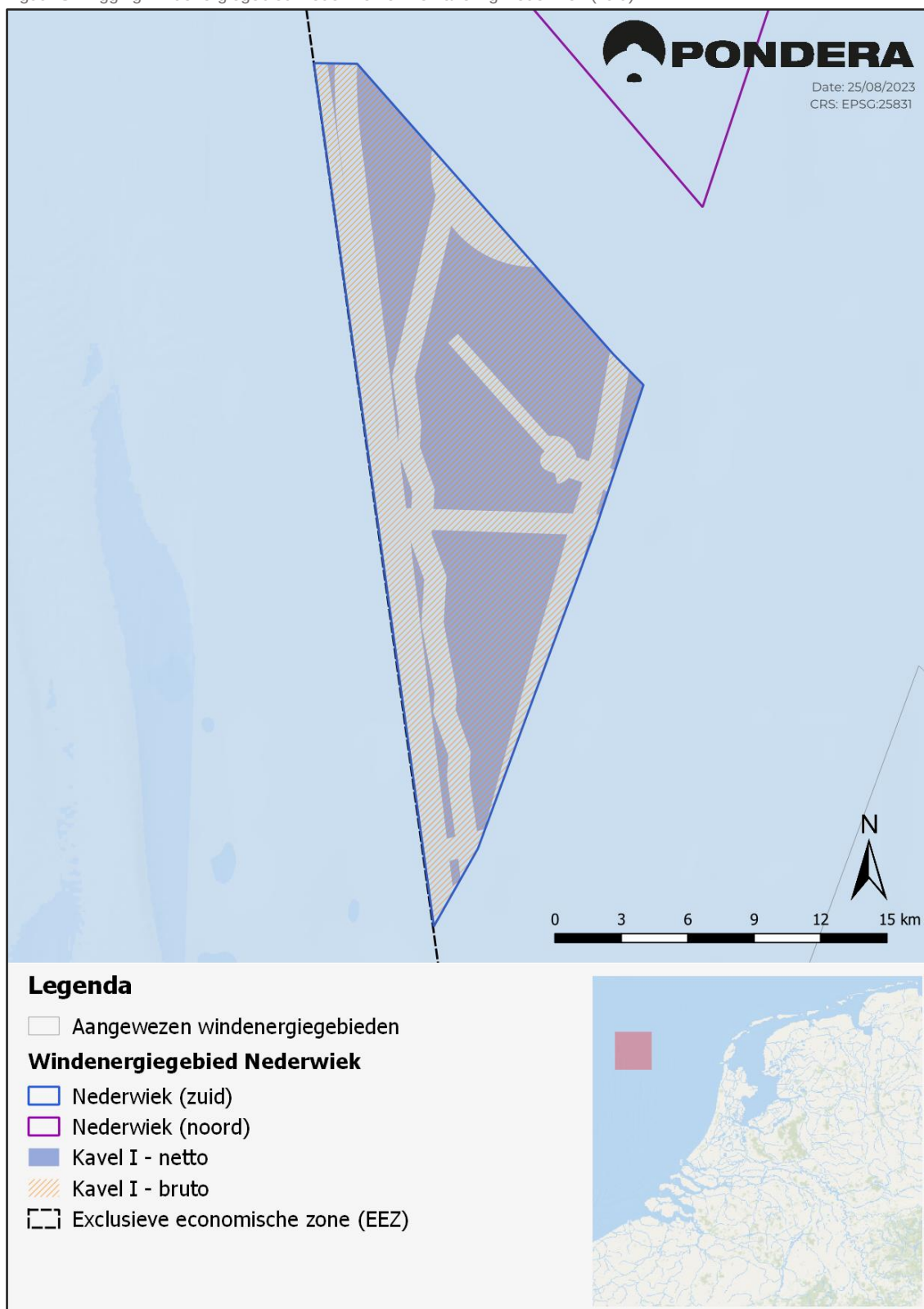
Kavel I Nederwiek (zuid) in het windenergiegebied Nederwiek ligt in het zuidelijke deel van het windenergiegebied. Kavel I Nederwiek (zuid) wordt aan de noordzijde begrensd door een (beoogde) clearway en een zone die obstakelvrij wordt gehouden ten behoeve van de veilige helikopterbereikbaarheid van platform K13-A. Aan de oostzijde wordt de kavel begrensd door het verkeersscheidingssysteem (VSS) op de Noordzee. De westzijde wordt begrensd door de EEZ-grens tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk (VK). In het midden van kavel I Nederwiek (zuid) wordt een zone vrijgehouden voor het platform van het Net op zee Nederwiek I en voor de helikopterbereikbaarheid van dat platform. Door Nederwiek (zuid) wordt een doorvaartpassage voorzien voor kleinere schepen (tot een lengte van 46 meter).

^{viii} Voor meer informatie over de kenmerken van het gebied, zie de locatiestudies op:

<https://offshorewind.rvo.nl/page/view/91063764-5eb7-428e-9c6e-e38fc3adf22/general-information-nederwiek>

^{ix} NLR, in opdr. van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdr. van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

Figuur S2 Ligging windenergiegebied Nederwiek en verkaveling Nederwiek (zuid).



5. Wijze van effectbeoordeling

Bandbreedte

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit (zie tekstkader). In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde 'kavel'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen een dergelijke kavel.

Kavel I Nederwiek (zuid) wordt aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze - binnen de voorwaarden van het kavelbesluit - naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt bindend vastgelegd in voorschriften in het kavelbesluit.

Bandbreedte

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbintypes en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een vooraf bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft binnen de bandbreedte de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan opstellingen die het kavelbesluit mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. 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 van de bandbreedte wat betreft de effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen binnen de bandbreedte mogelijk.

Alternatieven

De worst-case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere worst-case situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de worst-case situaties afbakenen worden benoemd en beschreven. Denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder- en bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode, etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel staat in de volgende tabel. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek en verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. Onderstaande Tabel S2 geeft de bandbreedte weer van het MER onderzoek.

Tabel S2 Bandbreedte MER

Totaal opgesteld vermogen kavel	2,0 – 2,3 GW
Maximaal aantal turbines	153
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter ^x
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4 maal de rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2, 3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket, drijvende fundering
Maximaal geluidniveau (in geval van heien)	160 of 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss op 750 meter van de geluidsbron
Maximaal geluidniveau in geval van andere funderingstechniek dan heien (continu geluid)	Uitgangspunt: voor continu geluid een vergelijkbaar beschermingsniveau voor bruinvissen als voor heigeluid met een geluidsnorm van 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss (op 750 meter van de geluidsbron)
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 11,5 tot 15 meter in diameter
Multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 4 palen van 3 - 5 meter in diameter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot 50 meter in diameter
Suction Bucket	Tot 30 meter in diameter
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 meter diepte en op diepte gehouden

Tabel S3 geeft de te onderzoeken alternatieven aan. De alternatieven bestaan uit twee basisalternatieven en voor beide basisalternatieven een overplantingscenario van circa 5 procent (2,1 GW) en circa 15 procent (2,3 GW). Deze overplantingsscenarios worden beschouwd zodat er bij lagere windsnelheden meer elektriciteit kan worden geproduceerd en getransporteerd zolang de geproduceerde hoeveelheid elektriciteit niet groter is dan de gegarandeerde transportcapaciteit van 2 GW van het TenneT-platform.

De worst-case situatie kan voor verschillende milieuaspecten anders zijn. De worst-case situaties, zijnde alternatieven per aspect, zijn onderzocht en vergeleken. Ook is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke best-case situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat. In de themahoofdstukken

^x In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) van kavel I Nederwiek (zuid) wordt gesproken van een maximale tiphoogte van 1000 voet dat overeenkomt met 304,8 meter. Deze 304,8 meter wordt in dit MER afgerond naar 305 meter. Er wordt in dit MER van een worst-case (maximale) tiphoogte van 305 meter uitgegaan voor de te onderzoeken milieueffecten.

(hoofdstuk 5 tot en met 11) zijn de te onderzoeken alternatieven (waaronder de type fundering) in meer detail beschreven.

Tabel S3 Alternatieven

Alternatief 1a	Alternatief 2a	Alternatief 1b	Alternatief 2b	Alternatief 1c	Alternatief 2c
134 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	100 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	140 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	106 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	153 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	115 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m

Beoordeling

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief (dat is de huidige situatie en de autonome ontwikkeling). Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in tabel S4. De beoordeling wordt gemotiveerd. Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

In de Passende Beoordeling worden effecten gekwantificeerd om uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten op Natura 2000-gebieden.

Naast het effect van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid) zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht.

Tabel S4 Scoringsmethodiek

Beoordeling ten opzichte van het nulalternatief (de referentiesituatie)	Score
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	--
Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	-
Het voornemen leidt tot marginale negatieve verandering	-/0
Het voornemen onderscheidt zich niet van het nulalternatief	0
Het voornemen leidt tot marginale positieve verandering	+ /0
Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	+
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering	++

6. Resultaat effectbeoordeling

In de volgende paragrafen worden de beoordelingen van de alternatieven per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria beschreven, zonder de inzet van mitigerende maatregelen^{xi}. Per milieuaspect is dit samengevat weergegeven in tabellen en beschreven.

6.1 Morfologie en hydrodynamica

Voor het aspect morfologie en hydrodynamica zijn twee basisalternatieven en vier overplantingsalternatieven onderzocht. De twee basisalternatieven zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodemberoering. Hieronder staan de twee basisalternatieven beschreven. De effectbeoordeling staat in tabel S5.

- Alternatief 1 (minste bodemberoering, **best-case**): een 15 MW-turbine op een tripod fundering met een doorsnede van 3 meter per poot. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.
- Alternatief 2 (meeste bodemberoering, **worst-case**): een 20 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter of op een suction bucket fundering met een doorsnede van 30 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming voor beide gevallen (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

Naast de basisalternatieven zijn er ook vier overplantingsalternatieven van 5 en 15 % beschouwd, zoals weergegeven in tabel S3.

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard en daarmee niet van natuurlijke evenementen zoals stormen te onderscheiden. Dit resulteert in veel neutrale beoordelingen. De exploitatie brengt wel langdurige veranderingen met zich mee die vooral licht negatief (0/-) zijn beoordeeld. De veranderingen door Nederwiek, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity based fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee negatief (-).

De verwachte veranderingen ten gevolge van het windenergiegebied zijn hetzelfde voor de overplantings- als voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven leiden marginaal tot grotere effecten, met name voor overplanting van 15%. Deze toename van effecten voor de overplantingsalternatieven, vanwege een aantal extra turbines ten opzichte van de basisalternatieven met 100 à 134 turbines, is echter dusdanig klein dat de effecten zeer beperkt zijn. Dit heeft geleid tot eenzelfde effectenbeoordeling voor de overplantingsalternatieven als voor de basisalternatieven (Tabel S5).

^{xi} Voor onderwaterleven geldt wel dat de geluidnormen uit het Kader Ecologie en Cumulatie 4.0 als uitgangspunt zijn gehanteerd en is een 164 dB re 1 µPa_{2s} SELss op 750 meter onderzocht. Aan deze geluidsnormen kan alleen worden voldaan als er maatregelen getroffen worden bij het heien.

Tabel S5. Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1a (15 MW)	Alternatief 2a (20 MW)	Overplantings -alternatief 1b (5%) (15 MW)	Overplantings -alternatief 2b (5%) (20 MW)	Overplantings -alternatief 1c (15%) (15 MW)	Overplantings -alternatief 2c (15%) (20 MW)
Golven	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodemvormen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.2 Vogels en vleermuizen

De alternatieven 1a/b/c (134 tot 153 turbines x 15 MW) leiden tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan de alternatieven 2a/b/c (100 tot 115 turbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat de alternatieven 1a/b/c met meer en kleinere turbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 153) dan alternatieven 2a/b/c (naar schatting max. 115). Specifiek alternatief 2a is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat (Tabel S6).

Tabel S6 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase vogels						
Aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aanlegfase vleermuizen						
Aanleg funderingen	0	0	0	0	0	0
Toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfase vogels						
Lokale zeevogels						
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	-	-	-	-	-	-
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW Ø 236 m	140 * 15 MW Ø 236 m	153 * 15 MW Ø 236 m	100 * 20 MW Ø 280 m	106 * 20 MW Ø 280 m	115 * 20 MW Ø 280 m
Broedende (kolonie) vogels						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	-	-	-	-	-	-
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels						
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0	0	0	0	0	0
Gebruiksfasen vleermuizen						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
Verwijderingsfasen vogels						
- weghalen funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderingsfasen vleermuizen						
- weghalen funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

Voor dit MER is ook een passende beoordeling opgesteld. Daaruit blijkt het volgende:

- Effecten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies op **niet-broedvogels** uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel I Nederwiek (zuid) zijn niet uit te sluiten maar significante effecten zijn wel uit te sluiten.
- Significante negatieve effecten van kavel I Nederwiek (zuid) op de broedpopulaties van **kleine mantelmeeuwen** uit de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee zijn uit te sluiten. De additionele sterfte door het windpark in kavel I Nederwiek (zuid) is maximaal 0,09%, en dit valt onder de 1% natuurlijke mortaliteitsnorm. Er kan met zekerheid gesteld worden dat de additionele sterfte geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden.

- Effecten op enkele soorten **trekvoegels** op seizoenstrek uit Natura 2000-gebieden als gevolg van aanvaringen zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten voor trekvogelsoorten.

6.3 Onderwaterleven

De effecten op benthos (bodemdieren) en vissen zijn klein van omvang en soms zelfs licht positief (zie Tabel S7). Voor benthos is een negatieve beoordeling gegeven voor habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg. De bodemfauna die op de locaties van bodemberoering aanwezig is, zal hierbij vernietigd worden. Het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden in het plangebied is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei, en zijn soorten die door OSPAR zijn aangemerkt als bedreigd en/of afnemend niet waargenomen in het plangebied. Dit geldt echter niet voor Sabellaria-banken, een kritisch OSPAR habitat waarvan het aannemelijk is dat deze in het plangebied aanwezig is. Deze rifvormende soort kan door het plaatsen van turbinefunderingen, erosiebescherming en kabels op deze plekken worden vernietigd. Echter in de huidige situatie zullen Sabellaria-banken zich door de bodemberoerende visserij beperkt ontwikkeld hebben. Door het mogelijk negatieve effect op Sabellaria-banken en op langlevende soorten wordt het effect van habitatdestructie negatief beoordeeld voor alle alternatieven.

Tabel S7 Effectbeoordeling benthos en vissen

Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0/-

Voor zeezoogdieren treden tijdens de aanleg van het windpark effecten op voor zowel bruinvissen als zeehonden vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten. Tijdens het heien kan het gedrag van zeezoogdieren in een relatief groot gebied een periode verstoord worden (dierversoringsdagen). Herhaaldelijke blootstelling binnen een kleiner gebied van de geluidsbron zou tot aantasting van het gehoororgaan kunnen leiden, maar is door de realisatie van kavel I Nederwiek (zuid) onwaarschijnlijk. Uit geluidsberekeningen blijkt dat deze effecten bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB of 164 dB (SELSS op 750m (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)), zowel voor de populatie van bruinvissen als zeehonden niet leiden tot een verslechtering van de Staat van Instandhouding (SvI). Echter, bij de alternatieven 1a, b en c vindt voor bruinvissen wel een overschrijding plaats van het aantal dierversoringsdagen zoals berekend in het KEC 4.0. Deze alternatieven scoren daarom negatiever in de effectbeoordeling. Ook zonder overschrijding van de KEC 4.0 waarde ontstaat er beperkte verstoring in het gedrag van zeezoogdieren. Dit effect wordt vooral groter naarmate er meer turbines geplaatst worden. Tijdens de exploitatie treedt er geen effect op door de aanwezigheid van schepen, turbines en hard substraat, en de afwezigheid van bodemberoerende visserij.

De effecten van het aantal dierverstoringsdagen en fysiek aangetaste dieren tijdens de verwijdering zijn niet apart onderzocht. De effecten worden beschouwd als gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanlegfase. Daarom zijn de effectscores (worst-case) van verwijdering gelijk aan de aanleg.

Tabel S8 Effectbeoordeling zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aanleg						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid):						
Bruinvissen	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Exploitatie						
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0
Verwijdering						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid):						
Bruinvissen	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0

6.4 Scheepvaartveiligheid

De totale aanvaring- en aandrijffrequentie voor kavel I Nederwiek (zuid) is 0,0387, wat neerkomt op één aanvaring of aandrijving per 26 jaar. Voor kavel I Nederwiek (zuid) is het verwachte aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving met een windturbine 0,007852. Dat cijfer gaat uit van een gondel en mast die op het dek van het schip vallen. Voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt dat, gelet op de verschillende verkeertroutes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. De effectenbeoordeling van het thema scheepvaartveiligheid is weergegeven in Tabel S9.

Tabel S9 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaartbewegingen	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

6.5 Landschap

Voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt dat de windturbines theoretisch gezien niet zichtbaar zullen zijn vanaf de kust. De windturbines worden volledig van het zicht onttrokken door kimduiking. Andere eigenschappen van de windturbines dan de afmetingen, zoals kleur en materiaal zijn daarom niet relevant. Zichtbaarheid wordt als neutraal beoordeeld (zie Tabel S10).

Tabel S10 Effectbeoordeling landschap

Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

6.6 Overige gebruiksfuncties

De effectbeoordelingen voor de diverse inrichtingsalternatieven zijn niet onderscheidend. De meeste effecten op de overige gebruiksfuncties worden neutraal beoordeeld omdat ze gering van omvang zijn, of op voorhand uit te sluiten (zie Tabel S11). Voor de volgende onderwerpen zijn (licht) negatieve effecten te verwachten:

- Visserij
- Mijnbouw
- Luchtvaart, specifiek de interferentie van het helikopterverkeer
- Scheeps-, wal- en luchtvaartradar en overige meetapparatuur, specifiek de interferentie van meetapparatuur op en rondom platforms op zee
- Telecommunicatie
- Militaire activiteiten, specifiek de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten (OO)
- Cultuurhistorie en archeologie
- Bestaande windparken

Tabel S11 Effectbeoordeling van de onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties.

Visserij	Beperkingen visserij	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	0/-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0
	Interferentie helikopterverkeer	-
	Interferentie Kustwacht	0/-
	Interferentie militaire luchtvaart	0
Zand- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar en overige meetapparatuur	Interferentie luchtvaartradar	0
	Interferentie wal- en scheepsvaartradar	0
	Interferentie meetapparatuur op en rondom platforms op zee	-
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0
Militaire activiteiten en OO	Interferentie militaire activiteiten	0
	Aanwezigheid ontplofbare oorlogsresten (OO)	-
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-

De effecten op de visserij als geheel worden als licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen, wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel.

Tijdens de aanleg-, verwijdering- en onderhoudswerkzaamheden kunnen werkschepen tijdelijke hinder veroorzaken voor het transport naar mijnbouwplatform K13-A. Ook liggen er in de kavel een aantal verlaten boorgaten die gevolgen kunnen hebben voor de routing van de parkbekabeling en de selectie van turbineposities.

Het effect op helikopterverkeer is negatief beoordeeld vanwege overlap met HTZ K13-A en doordat helikopterroutes KY645 en KY646 de kavel kruisen. Ook het helikopterverkeer, dat wordt ingezet door de Kustwacht, wordt licht negatief beoordeeld omdat uit onderzoek blijkt dat effecten door windturbines op het helikopterverkeer bij draaiende turbines en/of slecht weer niet uit te sluiten zijn, en dat er een versturende werking optreedt op de goede werking van de radiocommunicatie van de Kustwacht.

De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld, door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden.

Tot slot is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van windenergiegebieden zowel in de Nederlandse EEZ als de EEZ van het Verenigd Koninkrijk. Een windpark in kavel I Nederwiek (zuid) zorgt dan voor windafvang op de omliggende windparken.

Ten aanzien van ontplofbare oorlogsresten (OO) is de beoordeling negatief vanwege de kans op aanwezigheid van OO waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen dienen te worden. Ook is er een negatief effect op de interferentie van meetapparatuur op het platform K13-A. Dit komt doordat een windpark in de kavel de windmetingen op platform K13-A in vrijwel alle richtingen verstoort.

6.7 Elektriciteitsopbrengst

In eerdere MER's is gebleken dat voor de elektriciteitsopbrengst het verschil of 2 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (134 x 15 MW = 2.000 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (100 x 20 MW = 2.000 MW), beperkt is. De effectbeoordeling is dan ook gelijk voor beide alternatieven. Voor het thema elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies is daarom gekeken naar drie alternatieven (zie Tabel S12). De overplantingsalternatieven met 140 x 15 MW en 153 x 15 MW windturbines geven een iets grotere elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie. De opbrengsten en vermeden emissies zijn logischerwijs groter voor een groter aantal turbines (153 > 140 > 134). Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling. De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden voor de drie alternatieven zeer positief beoordeeld (zie Tabel S12).

Tabel S12 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Deelaspecten	Beeoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 134 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 140 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 153 x 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++	++	++
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie	++	++	++
	SO ₂ -emissie reductie	++	++	++
	NO _x -emissie reductie	++	++	++

7. Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. Voor cumulatieve effecten op vogels is er sprake van een nationaal en internationaal cumulatiescenario. Bij het nationale scenario gaat het om alle Nederlandse windparken in de Noordzee en in het internationale scenario gaat het om alle winparken in de Noordzee (dus ook de buitenlandse winparken).

Tabel S13 Relevante cumulatieve effecten en gevolgen

Morfologie en hydrodynamica	
Vogels en vleermuizen	
Onderwaterleven	
Scheepvaartveiligheid	
Landschap	Een windpark in kavel I Nederwiek (zuid) is niet zichtbaar vanaf de kust. Er is dan ook geen sprake van cumulatieve effecten.
Overige gebruiksfuncties	<u>Visserij</u>

Elektriciteitsopbrengst	

8. Grensoverschrijdende effecten

Voor de aspecten vogels en onderwaterleven zijn grensoverschrijdende effecten mogelijk te verwachten.

8.1 Vogels en vleermuizen

Broedvogels

Windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten gemiddeld bereik van broedkolonies gelegen in buitenlandse Natura 2000-gebieden. Daarom worden geen significant negatieve effecten verwacht op deze broedkolonies als gevolg van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid).

Niet-broedvogels

Op basis van cumulatieve berekeningen voor het internationale scenario zijn significant negatieve effecten uit te sluiten.

Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 4.0 studie populatiemodellen opgesteld. Populatiemodellen van de acht meest kritieke trekvogelsoorten wijzen uit dat onder deze trekvogelsoorten de geldende ALI-normen niet worden overschreden in het nationale en internationale scenario. Geconcludeerd wordt dat er geen significant negatieve effecten optreden en ook significant negatieve effecten op (buitenlandse) Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.

8.2 Onderwaterleven

Vissen

Voor vissen geldt dat de effecten van heien (geluid en bodemberoering) marginaal zijn en bovendien sterk locatie gebonden. Het heien zal daarom geen grensoverschrijdende effecten tot gevolg hebben. Operationeel geluid van een windmolen heeft geen aantoonbaar effect op de visgemeenschap en daarmee dus ook geen grensoverschrijdende effecten.

Zeezoogdieren

De westzijde van het plangebied voor kavel I van Nederwiek (zuid) ligt op de grens met het Verenigd Koninkrijk en grenst daarmee ook aan een Special Area of Conservation (SAC), Southern North Sea. SACs zijn vergelijkbaar met Natura 2000-gebieden en zijn aangewezen voor habitattypen en soorten. De Southern North Sea is in 2019 aangewezen voor bruinvissen. De overlap van de verstoringsscontour met de SAC bedraagt maximaal ca. 630 km als wordt uitgegaan van een geluidsnorm van $SEL_{ss} = 160$ dB re $1 \mu Pa^2 s$ (750 m) en ca. 800 km als van de hogere geluidsnorm van $SEL_{ss} = 164$ dB re $1 \mu Pa^2 s$ (750 m) wordt uitgegaan. Dit is respectievelijk 1,7% en 2,14% van de totale oppervlakte van de SAC. Voor dit gebied geldt dat verstoring door onderwatergeluid als gevolg van een project of plan als significant wordt beoordeeld als het bruinvissen verdrijft uit meer dan gemiddeld 10% van het voor bruinvissen relevante gebied gedurende een seizoen^{xii}. Significante effecten via externe werking zijn daarmee uit te sluiten.

9. Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen kunnen ervoor zorgen dat nadelige milieueffecten worden vermeden, voorkomen of beperkt. In het MER van kavel I Nederwiek (zuid) zijn mitigerende maatregelen beschreven en de effectiviteit van deze maatregelen in relatie tot de aanleg- en gebruiksfase. Dit is gedaan voor de aspecten waar nadelige milieueffecten zijn te verwachten en die licht tot zeer negatief zijn beoordeeld in het MER. Ook cumulatieve effecten zouden kunnen worden beperkt met de toepassing van mitigerende maatregelen. In onderstaande Tabel S14 zijn de mogelijke mitigerende maatregelen samengevat.

^{xii} <https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf>

Tabel S14 Mogelijke mitigerende maatregelen

Vogels en vleermuizen	Verstoring (aanlegfase)	
	Verstoring en slachtoffers (gebruiksfas	
	Verstoring (verwijderingsfase)	
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie (aanlegfase)	<u>Zeezoogdieren</u>

	Verstoring en habitatdestructie (verwijderingsfase)	
Scheepvaartveiligheid	Aanvaringsrisico en scheepvaartbewegingen	Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) en VHF-antenne in het park Vessel Traffic Management/Monitoring (VTMon). Aanvullende markering en identificatie windturbines Inzetten van een Emergency Towing Vessel Extra SAR-capaciteit ETV en MPV uitrusten met bestrijdingsmiddelen tegen olieverontreiniging
Morfologie en hydrodynamica	n.v.t.	n.v.t.
Landschap	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Voor de betrokken partijen in zijn geheel lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Luchtvaart	Er zijn mogelijkheden voor innovatieve, ruimtebesparende en veilige manier van vliegen (Point in Space) om de effecten op de helikopterbereikbaarheid van platform K13-A te beperken.
	Niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
Elektriciteitsopbrengst	n.v.t.	n.v.t.

10. Overwegingen voorkeursalternatief

Inleiding

In deze paragraaf worden enkele overwegingen meegegeven ten behoeve van keuze van het voorkeursalternatief (VKA), welke mogelijk wordt gemaakt in het kavelbesluit. Het gaat dan om de bandbreedte die is beschouwd in dit MER en de te nemen mitigerende maatregelen.

Overwegingen bandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken.

Overwegingen te nemen mitigerende maatregelen

Een aantal maatregelen is nodig om cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken en om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen. Het gaat om bijvoorbeeld

een stilstandvoorziening bij vogel- en vleermuistrek en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien. In Tabel S14 staan de mogelijke maatregelen die in dit MER zijn genoemd, waarmee effecten kunnen worden gemitigeerd. De keuze wordt in het kavelbesluit toegelicht.

Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken. Wel dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen in het kader van stikstofgevoelige habitattypen, vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

11. Leemten in kennis en informatie

Hoewel er de laatste jaren flink wordt gebouwd aan nieuwe windparken op zee, heeft de ontwikkeling van windparken op zee toch een relatief korte geschiedenis. Er zijn monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in het Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het gaat om resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Beter inzicht in de exacte aard en omvang van de effecten met (empirisch) onderzoek kan pas op de lange termijn worden geboden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER met een worst-case-aanpak gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de effecten van een windpark in kavel I beperken. Er blijven kennisleemten bestaan over de effecten, onder meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee. In brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden. In elk effecthoofdstuk zijn de leemten in kennis per milieuthema toegelicht die relevant zijn in het kader van dit MER.

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid). Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt met dit MER.

12. Monitoring en evaluatie

12.1 WOZEP

Het monitorings- en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Omgevingswet.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteed aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek zich met name op het verkrijgen van meer inzicht in de cumulatieve ecologische effecten en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

Stand van zaken

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2023 zijn geschetst. Inmiddels is ook het Meerjarenprogramma Wozep 2024-2030 vastgesteld. Ieder jaar wordt gekeken naar de voortgang, de resultaten en of er nieuwe vragen ontstaan zijn. Dit resulteert ieder jaar in een Jaarplan waarin de nieuwe deelprojecten staan die het opvolgende jaar zullen worden uitgevoerd^{xiii}.

De leemten in kennis uit dit MER bieden input voor monitoring binnen WOZEP (voor de ecologische aspecten) en voor monitoring voor de aspecten scheepvaart en morfologie en hydrologie.

12.2 MOSWOZ

In 2019 heeft Rijkswaterstaat de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaartveiligheid onderzocht. Het gaat om de windparken die tot 2030 worden gebouwd op het zuidelijke deel van de Nederlandse Noordzee. In totaal betreft het circa 850 extra windturbines over een gebied van zo'n 1.600 km².

Ondanks het vele onderzoek en de betrokkenheid van allerlei experts zijn er nog onzekerheden over de daadwerkelijke risico's en over de effectiviteit van een aantal maatregelen. Dat is de reden dat het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) is gestart. Het programma loopt tot 2029 en houdt de komende jaren de vinger aan de pols bij ontwikkelingen rond scheepvaartveiligheid in relatie tot de uitrol van windparken op zee. De uiteindelijke doelen zijn om meer inzicht te krijgen in het effect op scheepvaartveiligheid van windparken op zee en om tijdig te kunnen inspelen op innovaties op dit gebied.

Om deze doelen te bereiken heeft MOSWOZ de genoemde kennisleemtes uitgewerkt in onderzoeksvragen en vervolgens gebundeld in verschillende thema's. Binnen die thema's zal in de komende jaren gezocht worden naar de antwoorden op onderzoeksvragen, om zo beleidsmakers en andere betrokkenen goed te kunnen ondersteunen en adviseren.

Het programma is zo ingericht dat het gebruik kan maken van voortschrijdend inzicht. Keuzes en prioriteiten worden afgestemd op de actualiteit^{xiv}.

^{xiii} Voor meer informatie zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch>.

^{xiv} Voor meer informatie zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/>.

Tabel S15 MOSWOZ thema's

Hydro/Meteo	Analysen of er hydrodynamische of meteorologische effecten zijn die voor scheepvaartveiligheid relevant zijn in de omgeving van windparken.
Aanvaringen	Analysen wat de mogelijke scenario's zijn als een schip tegen een windturbine vaart of drijft.
Noodsleephulp	De inzet verkennen van meerdere Emergency Rescue and Towing Vessels (ERTV's) – effectiviteit en werkwijze.
Doorvaart	De risico's in kaart brengen van doorvaart van windparken versus omvaren.
Verkeersbegeleiding	Inrichten van een vorm van verkeersbegeleiding samen met de Kustwacht.
Monitoring	Volgen hoe het scheepvaartverkeer en de risico's op scheepvaartveiligheid veranderen als gevolg van de aanleg van windparken.
Ankergebieden	Onderzoeken of en zo ja hoe het beter benutten van ankergebieden kan helpen de scheepvaartveiligheid te verbeteren.
Crisisorganisatie	De impact verkennen op crisisorganisatie (in verband met complexiteit).
Buitenlandse benchmarking	Uitwisselen van kennis en inzichten met onze buurlanden over beleids- en beheersmatige zaken voor scheepvaartveiligheid in en om windparken op zee.

13. Splitsing kavel

Dit MER is opgesteld ten behoeve van het nemen van een kavelbesluit voor kavel I Nederwiek (zuid) in windenergiegebied Nederwiek. In kavel I Nederwiek (zuid) is ruimte voor een windpark met een totaal geïnstalleerd vermogen van ten minste 2 GW. De Minister van Klimaat en Groene Groei is voornemens om de kavel van circa 2 GW te splitsen in twee kavels van circa 1 GW.

Het MER voor kavel I Nederwiek (zuid) wordt gehanteerd voor het nemen van een kavelbesluit voor zowel kavel I-A Nederwiek (zuid) als kavel I-B Nederwiek (zuid). In hoofdstuk 13 van het MER is per milieuaspect toegeelicht wat de splitsing van kavel I Nederwiek (zuid) in een kavel I-A en I-B kan betekenen voor de effectbeoordeling in het MER, Passende Beoordeling, Soortenbeschermingstoets en Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

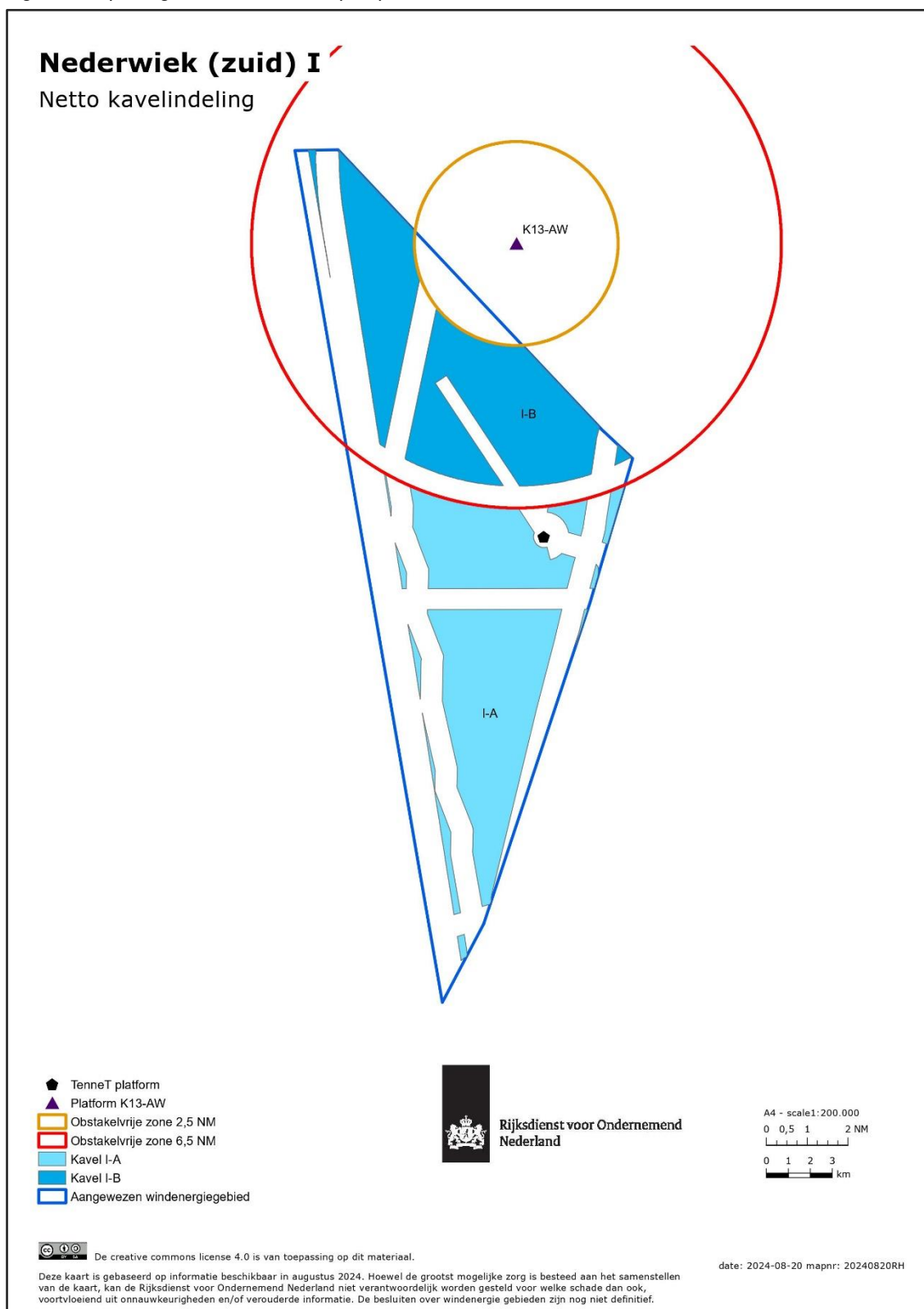
Figuur S3 geeft de voorgenomen splitsing van kavel 1 Nederwiek (zuid) weer. Het netto oppervlakte aan kavel dat in het MER is beoordeeld is altijd groter dan kavel I-A en I-B tezamen. Dit komt omdat er vanwege de splitsing in twee kavels er een vrij strook is toegevoegd tussen kavel I-A en I-B. Daarom geldt in het algemeen dat de milieueffecten van de gesplitste kavels I-A Nederwiek (zuid) en I-B Nederwiek (zuid) samen altijd gelijk of kleiner zijn aan de onderzochte effecten van kavel I Nederwiek (zuid). Wel is het zo dat door het nemen van twee kavelbesluiten, ook twee aparte tenderprocedures worden opgestart. Dit kan resulteren in twee verschillende vergunninghouders voor de twee kavels en dat de windparken dus door twee verschillende ontwikkelaars worden aangelegd, geëxploiteerd en verwijderd. Dit kan de volgende relevante gevolgen geven:

- Grotere kans op uiteenlopende perioden van aanleg, onderhoud en verwijdering vanwege verschillende ontwikkelaars en daaraan gepaarde milieueffecten. De mate van verschil in aanleg- en verwijderingsperiode zal echter beperkt zijn, gezien de planning conform de meest recente routekaart om kavel I Nederwiek (zuid) in gebruik te nemen in Q4 2030 en de gelijke vergunningsduur (40 jaar).
- Meer werkschepen tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark in het geval van twee verschillende windparkontwikkelaars vanwege minder schaalvoordelen. Een windparkontwikkelaar zal echter, mede gezien de grote afstand vanaf de kust en daarmee hoge kosten, de inzet van schepen zo efficiënt mogelijk inzetten. Daarom zal de eventuele toename van scheepvaart naar verwachting beperkt zijn. Ook kunnen de verschillende windparkontwikkelaars samenwerken voor bijvoorbeeld het onderhoud aan het windpark.

De splitsing kan tot kleine verschillen in milieueffecten leiden. Geconcludeerd wordt echter dat de splitsing voor geen van de milieuaspecten leidt tot een andere effectbeoordeling of andere conclusies.

Voor elk milieuaspect geldt dat waar relevant ook de effecten zijn beschreven in cumulatie met overige windparken op de Noordzee. Voor zowel kavel I Nederwiek (zuid) als de gesplitste kavels (I-A & I-B) geldt voor elk milieuaspect een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Bovendien vindt de belangrijkste toetsing ten aanzien van de soortenbescherming en gebiedsbescherming in respectievelijk de soortenbeschermingstoets (bijlage 7) en Passende Beoordeling (bijlage 8) plaats in cumulatie met andere windparken op de Noordzee. Zolang er in cumulatie een significant effect op de staat van instandhouding van beschermde soorten of instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten, zal dat ook voor de gesplitste kavels gelden. Daarom is het niet relevant om per kavel een separate effectbeoordeling te geven of een separate soortenbeschermingstoets of Passende Beoordeling op te stellen.

Figuur S3 Splitsing kavel I Nederwiek (zuid) in kavel I-A en I-B.



14. KEC 5.0

Om een definitief kavelbesluit te nemen voor Nederwiek kavel I dient het onderliggende MER en bijbehorende documenten te zijn afgerond op basis van de meest actuele kennis. Het Kader Ecologie en Cumulatie 5.0 (KEC 5.0) is gepubliceerd (<https://www.noordzeeloket.nl/>). KEC 5.0 geeft een cumulatieve beoordeling van de effecten van de Aanvullende Routekaart 2030/2031 wind op zee op een aantal vogelsoorten, zeezoogdiersoorten en ecosysteemeffecten, op basis van de meest actuele kennis. In een oplegnotitie (bijlage 10 van dit MER) is op hoofdlijnen beschreven welke kennis is geüpdatet in KEC 5.0, welke conclusies volgen uit KEC 5.0 en welke gevolgen KEC 5.0 heeft voor de effectbeoordeling van het MER van kavel I Nederwiek (zuid) en bijbehorende toetsen. De resultaten uit KEC 5.0 leiden voor vogels, zeezoogdieren en ecosysteemeffecten niet tot een andere effectbeoordeling in het MER of toetsing in de Passende Beoordeling, Soortenbeschermingstoets en Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

Summary (English)

1. Introduction

The Netherlands has set ambitious targets for achieving sustainable – renewable – energy production. Wind energy plays a prominent role in achieving that target. In 2022, the (former) Minister for Climate and Energy increased the target for offshore wind to a capacity of 21 GW. The Additional Offshore Wind Energy Roadmap 2030¹⁵ includes which (parts of) the new wind farm zones will be developed when. These are the wind farm zones IJmuiden Ver (North), Hollandse Kust (west) site VIII, Nederwiek, Lageland and Doordewind – which are designated in the North Sea Programma 2022 – 2027.

The Offshore Wind Energy Act allows the national government to issue sites for the development of offshore wind farms. The sites will be established within the boundaries of the areas designated as wind farm zones in the North Sea Programme 2022 - 2027. The Wind Farm Site Decision determines where and under what conditions a wind farm may be built and operated. Following a Wind Farm Site Decision, licensing follows. Only the permit holder has the right to build and operate a wind park at the location of the site. The Decision Activities Living Environment lays down general rules for offshore wind farms¹⁶.

The Minister of Climate and Green Growth, in agreement with the Minister of Infrastructure and Water Management, the Minister of Housing and Spatial Planning and the Minister of Agriculture, Fisheries, Food Security and Nature, can take a Wind Farm Site Decision and prepares an Environmental Impact Assessment (EIA) for the purpose of the Wind Farm Site Decision.

This document concerns the EIA for Site I Nederwiek (zuid) in the Nederwiek Wind Farm Zone (see Figure S1). The Environmental Impact Assessment describes the environmental effects that occur during the construction, operation and removal of wind turbines in the site.

In this summary the following sections are covered after this introduction (section 1):

1. the policy context and the reason for the Wind Farm Site Decision to be taken;
2. the choice of location for IJmuiden Ver wind farm zone;
3. the site subdivision of IJmuiden Ver wind farm zone;
4. the method of the EIA;
5. the result of the EIA;
6. cumulation;
7. transboundary effects;
8. mitigation;
9. considerations of the preferred alternative;
10. gaps in knowledge and information;
11. monitoring and evaluation.

2. Policy context and reason for Wind Farm Site Decisions

The Offshore Wind Energy Roadmap includes plans to develop wind farms with a total capacity of about 21.5 GW in the following wind farm zones:

¹⁵ R.A.A. Jetten, Minister for Climate and Energy, Parliamentary Paper Additional Offshore Wind Energy Roadmap 2030, 21 June 2022

¹⁶ Paragraph 7.2.3 articles 7.33 up to and including 7.45.

- Borssele with a capacity of 1,502 MW;
- Hollandse Kust (zuid) with a capacity of 1,520 MW;
- Hollandse Kust (Noord) with a capacity of 760 MW;
- Hollandse Kust (west) with a capacity of 2,100 MW;
- North of the Wadden Islands with a capacity of 700 MW;
- IJmuiden Ver with a capacity of approximately 6,000 MW;
- Nederwiek with a capacity of approximately 6,000 MW;
- Doordewind with a capacity of 4,000 MW.

In accordance with this roadmap, approximately 21 GW of offshore wind capacity should be operational by 2030. The offshore wind roadmap is shown in Figure S1. Table S1 also shows the site subdivision for each wind farm zone. This EIA has been prepared for Site Gamma of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone.

Table S1 Updated roadmap offshore wind energy 2030 (April 2024)

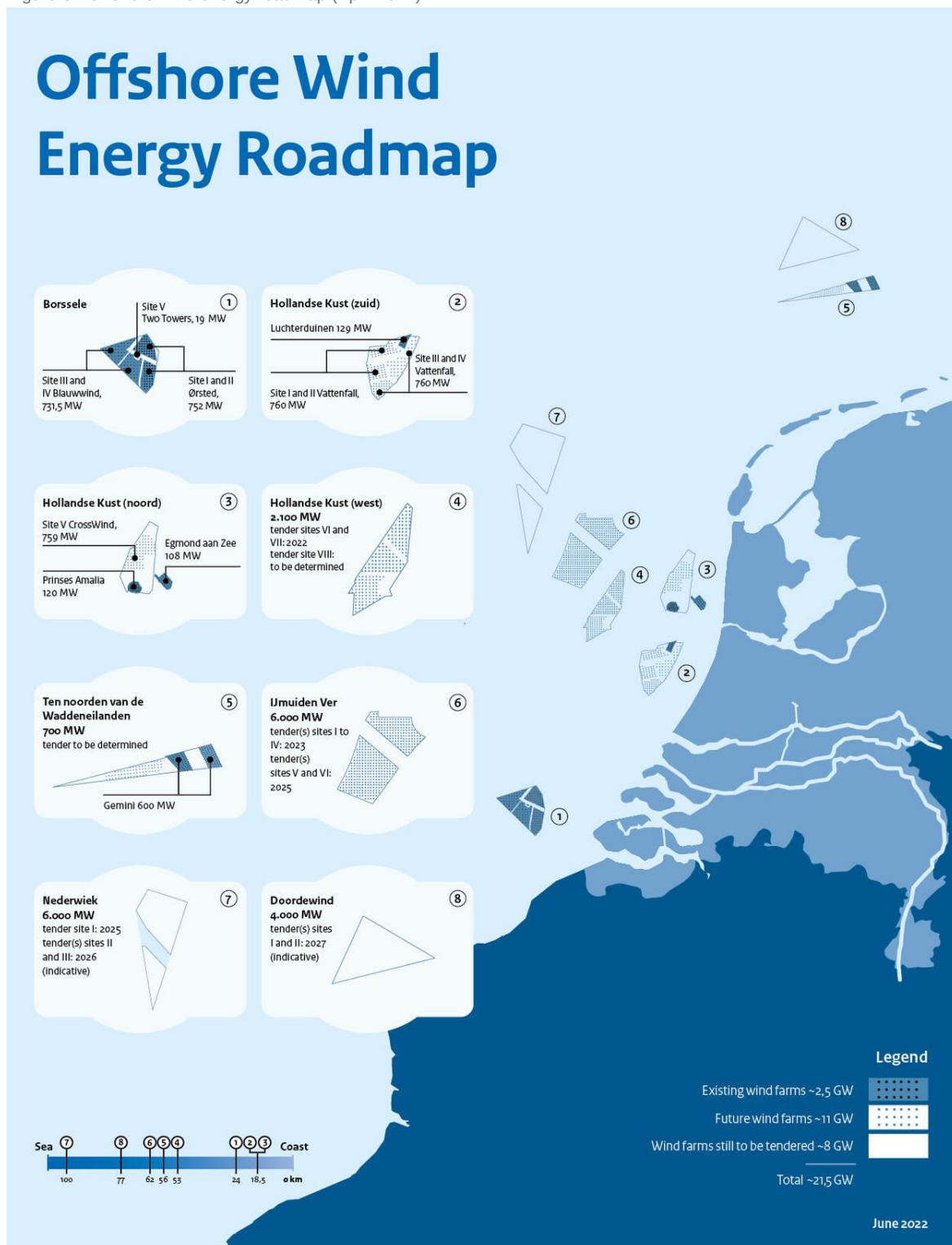
1,0	Existing offshore wind parks in 2015	-	-
0,7	Borssele, sites I en II	Realised in 2016	2020
0,7	Borssele, sites III, IV en V	Realised in 2016	2021
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites I en II	Realised in 2017	2023
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites III en IV	Realised in 2019	2023
0,7	Hollandse Kust (noord), site V	Realised in 2020	2023
0,7	Hollandse Kust (west), site VI	Realised in 2022	2026 - 2027
0,7	Hollandse Kust (west), site VII		2027
2,0	IJmuiden Ver, site Alpha	Realised in 2024	Q3 2029
2,0	IJmuiden Ver, site Beta		Q4 2029
2,0	IJmuiden Ver, site Gamma	Q3 2025	Q2 2031
2,0	Nederwiek (zuid), site I		Q4 2030
2,0	Nederwiek (zuid), site II	Q2 - Q4 2026	Q2 2032
2,0	Nederwiek (zuid), site III		Q4 2031
0,7	Hollandse Kust (west), site VIII	T.b.d. ¹⁷	T.b.d.
0,7	North of the Wadden Islands, site I	2027 ¹⁸	2033
2,0	Doordewind, site I	Q1 – Q2 2027	Q4 2032 ¹⁹

¹⁷ Hollandse Kust West site VIII is expected to be realised after 2031

¹⁸ Voorlopige planning.

¹⁹ De aanlandingen van zowel Ten noorden van de Waddeneilanden kavel I als Doordewind kavel I worden onderzocht in PAWOZ. De verwachte oplevering van deze aanlandingen is daarom nog onzeker.

Figure S1 Offshore wind energy roadmap (April 2024)



3. Site choice offshore wind farm zones

In the North Sea Program (PNZ) 2022 - 2027, areas have previously been designated and areas reconfirmed as wind energy areas. In doing so, the choice was made to indicate only the outline of the zones and the exact sites have not all been established yet.

Site selection study in the North Sea Programme

In order to achieve the European climate objective for 2030, namely a 55 percent reduction in emissions compared to 1990, Dutch offshore Wind Farms will have to produce approximately 90 TWh of sustainable electricity annually as compared to that baseline year. This amounts to approximately 21 GW of installed capacity. The (supplementary) Roadmap 2030 indicates in which designated wind energy areas wind farms can be realized to reach approximately 21 GW. These areas are designated as wind energy zones in the North Sea Program 2022-2027.

The PNZ 2022-2027 includes the areas in which wind farms have already been realized or planned, as well as areas where Site Decisions have been made. The areas IJmuiden Ver (noord) and the southern part of Hollandse Kust have been reconfirmed as designated wind energy zones²⁰. In addition, three new wind energy zones have been designated in PNZ 2022-2027, including Nederwiek. The other two are Lageland and Doordewind. For wind energy area Lageland, in a letter to the Parliament¹⁵ it was later decided (2023) this area would not be used before 2030

The PNZ 2022-2027 has also identified search areas to further develop offshore wind energy after 2030, based on the minimum scenario of 38 GW total installed capacity at sea in 2050. In addition to the space in the Supplementary Roadmap 2030 (21 GW), space for 17 GW is still needed for the period after 2030. For the actual designation of these identified wind energy zones, the PNZ 2022-2027 will be partially revised²¹.

Wind energy area Nederwiek concerns a newly designated wind energy area in the PNZ, involving a southern and northern part separated by a clearway. Wind energy area Nederwiek is thus part of the roadmap to achieve the CO₂ reduction target in 2030 (it contributes to the 21 GW).

4. Site subdivision

The designated Nederwiek Wind Farm Zone is located in the Dutch Exclusive Economic Zone (EEZ). The area lies approximately 95-100 kilometres from the coast (approximately 51-54 nautical mile). The Wind Farm Zone consists of a northern and southern part, which is separated by an (intended) shipping clearway. The entire Wind Farm Zone Nederwiek (south and north) has an approximate area of 600 km². Site I is the only site in the southern part of wind energy area Nederwiek (hereinafter; Nederwiek (south)). The area of the Nederwiek (south) Zone is approximately 273 km². The proposed lot has a (net) area of approximately 156 km². The water depth in Nederwiek (south) varies between -34.0 and -24.8 meters relative to the Lowest Astronomical Tide (LAT) and averages at -28.5 meters LAT²².

²⁰ Some Wind Farm Zones have been dropped or the boundaries of (designated) Wind Farm Zones have been defined more specifically.

²¹ The concept Memorandum on Scope and Level of Detail for the partial revision of PNZ 2022-2027 has been open for consultation and can be found at: <https://www.platformparticipatie.nl/programmanoordzee/concept-nrd-participatieplan-programmanoordzee/default.aspx>

²² For more information on the characteristics of the area, please refer to the location studies at: <https://offshorewind.rvo.nl/page/view/91063764-5eb7-428e-9c6e-e38fc3adf22/general-information-nederwiek>

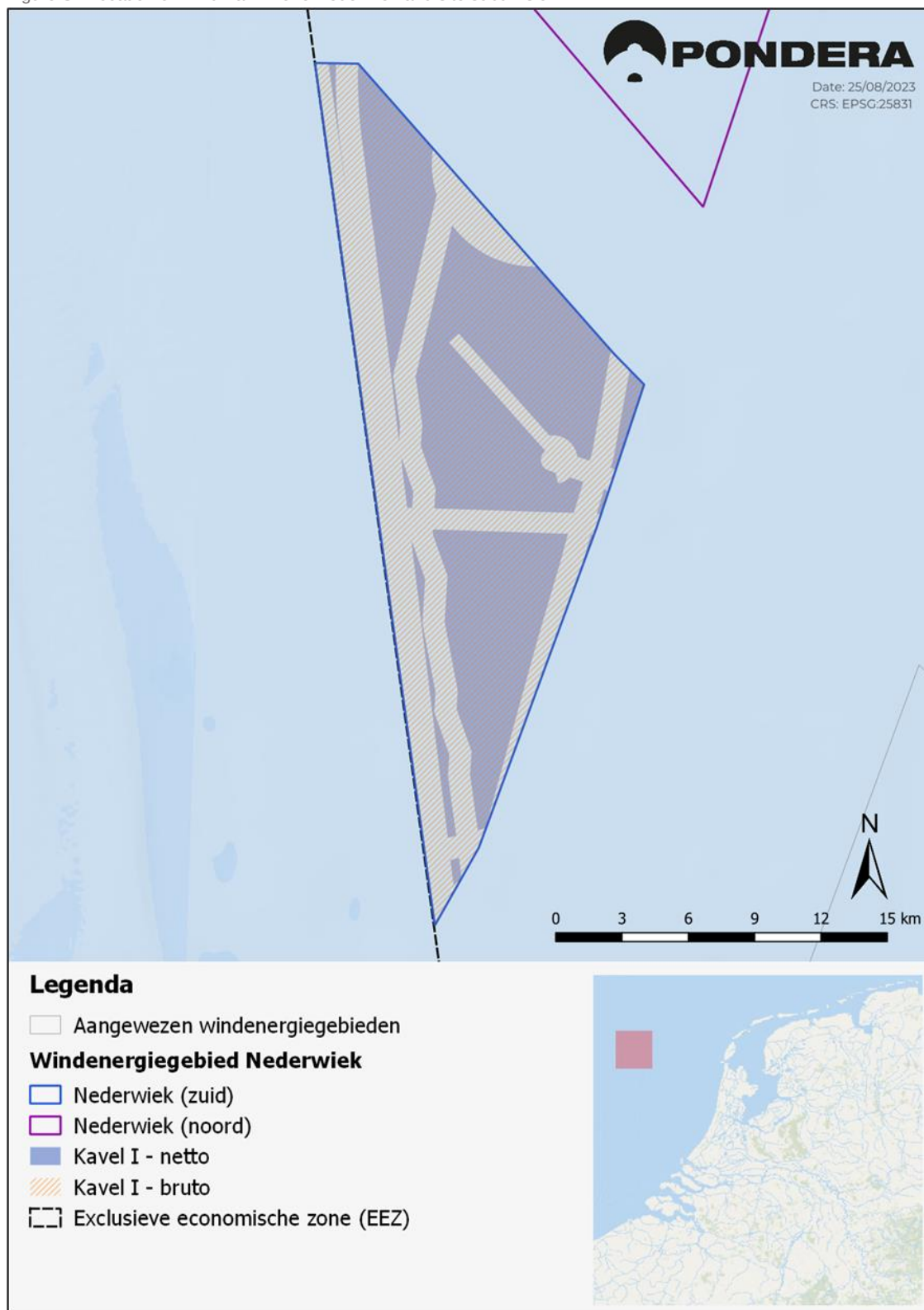
The Nederwiek Wind Farm Zone has space for three 2 GW sites: two sites in Nederwiek (north) and one site in Nederwiek (south). The tender for site I Nederwiek (south) is planned in the second quarter of 2025. The starting point of the North Sea Program 2022-2027 is to combine the use of scarce space in the North Sea as much as possible with relatively compact sites of about 10 MW/km².

Various frameworks and guidelines are used in the site subdivision process. For example, the North Sea 2022-2027 Program includes the “Process design: distance between mining sites and wind farms” and the “Design criteria distance between shipping lanes and wind farms”. Studies have also been conducted on the effects of wake turbulence from wind turbines on aviation safety²³ and on helicopter accessibility of mining platforms.

Site I Nederwiek (south) in the Nederwiek Wind Farm Zone is located in the southern part of the Wind Farm Zone. Site I Nederwiek (south) is bordered on the north side by a (intended) shipping clearway and a zone to be kept obstacle-free for the purpose of safe helicopter accessibility of platform K13-A. On the east side, Nederwiek (south) is bounded by the North Sea Traffic Separation System (TSS). The west side is bounded by the EEZ border between the Netherlands and the United Kingdom (UK). In the middle of Plot I Nederwiek (south), a zone is kept clear for the platform of the Net op zee Nederwiek I and for the helicopter accessibility of that platform. A passage through Nederwiek (south) is provided for smaller vessels (up to a length of 46 meters).

²³ Netherlands Aerospace Centre, commissioned by the Ministry for Infrastructure and Water Management, Offshore Wind Turbine Wake effects and safe helicopter operation, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. See also: To70, commissioned by Netherlands Enterprise Agency, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

Figure S2 Location of Wind Farm Zone Nederwiek and site subdivision.



5. Method of impact Assessment

Bandwidth

In an Environmental Impact Assessment, alternatives of an activity are assessed by examining the effects an activity might have and comparing them side by side. As stated above, this Environmental Impact Assessment does not examine site alternatives. Instead this Environmental Impact Assessment examined alternatives for one area with one wind farm (so-called 'site'). The alternatives consist of a range or bandwidth (see text box) of different wind turbine types and configurations possible within such a site.

Site I Nederwiek (zuid) within the Nederwiek Wind Farm Zone is thus issued with the possibility for the wind farm developer to configure the site as it wishes. The bandwidth within which it must remain is laid down in the Wind Farm Site Decision. The wind farm developer must comply with the binding regulations that are recorded in the Site Decision.

Bandwidth

This site is issued with a predetermined bandwidth. This allows for a flexible site design within which different types of turbines, configurations and foundations are possible. Within the bandwidth, the developer has the freedom to create an optimal design for the wind farm in terms of cost-effectiveness and energy yield. This bandwidth approach places specific requirements on the Environmental Impact Assessment. All environmental impacts associated with all possible configurations enabled by the Wind Farm Site Decision must be investigated. However, investigating all possible configurations is not possible due to the multitude of conceivable combinations. Therefore, a worst-case approach is adopted: if the worst-case situation of the bandwidth is acceptable in terms of impacts, then all setups within the bandwidth are possible.

Alternatives

The worst case situation will be different for different aspects (e.g. different for birds than for marine mammals). The study takes this into account by examining and comparing multiple worst case situations as alternatives in the Environmental Impact Assessment. The parameters delineating the worst case situations are named and described; for example, things like maximum number of turbines, maximum lower/upper limit of the rotor, maximum rotor swept area, characteristics of the foundation construction method, etc.

To obtain an indication of the possibilities to reduce impacts, mitigating measures are also identified and examined for each aspect. This prevents only a worst-case situation from being portrayed and identifies opportunities for optimisation.

The bandwidth of the site to be issued is shown in the following table (Table S2). The values of the bandwidth are based on the current technological state and expectations regarding developments for the coming years. The upper and lower limits of the bandwidth will be laid down in the Wind Farm Site Decision.

Table S2 Bandwith EIA

Installed capacity site	2,0 – 2,3 GW
Maximum number of turbines	153
Power of individual wind turbines	Minimum 15 MW
Tip height (top) individual wind turbines	Maximum 305 meter ²⁴
Tip height (bottom) individual wind turbines	Minimum 25 meter
Rotor diameter individual wind turbines	236 – 280 meter
Spacing between wind turbines	Minimum 4 times the rotor diameter
Number of blades per wind turbine	2, 3
Type of foundations	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket, floating foundation
Maximum noise level (in case of pile driving)	160 or 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss 750 metres from the noise source
Maximaal noise level in case of a foundation technique other than pile driving (continuous noise)	Premise: for continuous noise, a comparable protection level for harbour porpoises as the sound for piling with a noise standard of 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss (at 750 meter from the noise source)
In case of foundation piling: diameter of foundation pile/piles and number of piles per turbine:	
Monopile	1 pile of 11,5 to 15 meter in diameter
Multipile (including 'tripods' en 'jackets')	3 to 4 piles of 3 - 5 meter in diameter
In case of foundation without piling: dimensions on seabed:	
Gravity Based	Up to 50 meter in diameter
Suction Bucket	Up to 30 meter in diameter
Electrical infrastructure (inter-array cabling)	66 kV, buried and kept at a depth of 1 metre

Table S3 shows the alternatives to be assessed. The alternatives consist out of two baseline alternatives, and for both baseline alternatives an overplanting scenario of approximately 5 percent (2,1 GW) and of approximately 15 percent (2,3 GW). These overplanting scenarios are considered so that more electricity can be produced and transmitted at lower wind speeds as long as the amount of electricity produced does not exceed the guaranteed transmission capacity of 2 GW of the TenneT platform.

The worst-case situation may be different for different aspects. The worst case situations, being alternatives per aspect, are assessed and compared. Where useful, the possible best case situation has also been examined, to gain an understanding of the full range of effects. The theme chapters (chapters 5 through 11) describe the alternatives to be investigated (including the type of foundation) in more detail.

²⁴ In the Memorandum on Scope and Level of Detail of site I Nederwiek (zuid) a maximum tip height of 1000 foot, which translates to 304.8 meters. In the EIA, this 304.8 meters will be rounded to 305 meters. A worst-case (maximum) tip height of 305 meters will thus be used to determine the environmental effects under investigation in this EIA.

Table S3 Alternatives

Alternative 1a	Alternative 2a	Alternative 1b (overplanting 5%)	Alternative 2b (overplanting 5%)	Alternative 1c (overplanting 15%)	Alternative 2c (overplanting 15%)

Assessment

To compare the effects of the alternatives for each aspect, they are assessed on a +/- scale compared to the baseline alternative (which is the current situation and autonomous development). The following rating scale is used for this purpose, as shown in Table S4. The assessment will be motivated. If the effects are marginal, this is indicated by 0/+ (marginal positive) or 0/- (marginal negative) where applicable.

The Appropriate Assessment quantifies effects in order to make statements on whether or not significant effects on Natura 2000 areas will occur.

Besides the effect of a wind farm in Site I Nederwiek (zuid), cumulative effects of other wind farms and activities have also been considered, as well as mitigating measures.

Table S4 Assessment methodology

The plan leads to a strongly noticeable negative change	--
The plan leads to a noticeable negative change	-
The plan lead to a marginal negative change	0/-
The plan does not differ from the baseline alternative	0
The plan leads to a marginal positive change	0/+
The plan leads to a noticeable positive change	+
The plan leads to a strongly noticeable positive change	++

6. Result of environmental Assessment

The following paragraphs show the ratings of the alternatives by aspects according to the different assessment criteria, without the use of mitigation measures²⁵. For each environmental aspect, this is summarized in the tables and further described in the accompanying text.

6.1 Morphology and hydrodynamics

For the aspect morphology and hydrodynamics, two baseline alternatives and four overplanting alternatives were assessed. The two baseline alternatives are those in which placing the foundation and installing the soil protection results in the least and most soil disturbance, respectively. The two baseline alternatives are described below. The impact assessment is shown in Table S5.

- Alternative 1 (least soil disturbance, **best case**): a 15 MW turbine on a tripod foundation with a diameter of 3 meter per foundation pile. Scour protection (armour stone): three times the diameter of the foundation pile.
- Alternative 2 (most soil disturbance, **worst case**): a 20 MW turbine on a gravity-based foundation met a diameter of 50 meter, or on a suction bucket foundation with a diameter of 30 meter on the seabed. Scour protection for both cases (armour stones): three times the diameter of the foundation pile.

In addition to the baseline alternatives, four overplanting alternatives of 5 and 15 percent were assessed as included in Table S3

All morphological and hydrological changes resulting from the construction, use, removal and maintenance of the planned wind farm and cables are very limited in magnitude. Additionally, the effects during construction and removal are only temporary in nature and therefore indistinguishable from natural events like storms. This results in many neutral assessments. Operation does bring long-term changes that are mainly assessed slightly negatively. The changes, when they occur, are very small compared to the natural dynamics of the area. Due to the relatively small size of the foundation piles, the relatively large distance between the wind turbines and the number of wind turbines, the changes are very localised. The impact is limited to the immediate vicinity of the foundation piles and the park cable route and is again only temporary. Only in the case of a gravity-based foundation the effects on water movement are slightly greater due to the larger dimensions of the foundation, thus scoring negative.

The expected changes as a result of the wind energy area are the same for the overplanting and baseline alternatives. The overplanting alternatives marginally lead to greater effects, especially the overplanting of 15%. However, the increase in effects for the overplanting alternatives due to additional turbines, compared to the baseline alternatives with 100 to 134 turbines is so small that the effects are very limited. This has resulted in the same impact assessment for the overplanting alternatives and the baseline alternatives (Table S5).

²⁵ For marine life, however, the noise standards from the Ecology and Cumulation Framework 4.0 have been used as a starting point. These noise standards can only be met if measures are taken during pile driving.

Table S5 Impact assessment morphology and hydrology

Aspect (during construction, maintenance and operation)	Alternative 1a (15 MW)	Alternative 2a (20 MW)	Overplanting alternative 1b (5%) (15 MW)	Overplanting alternative 2b (5%) (20 MW)	Overplanting alternative 1c (15%) (15 MW)	Overplanting alternative 2c (15%) (20 MW)
Waves	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Water movement (water level and current)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Water depth and bedforms	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Soil composition	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Turbidity	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Water quality	0	0	0	0	0	0
Stratification	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sediment transportation	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.2 Birds and bats

Alternatives 1a/b/c (134 to 153 turbines x 15 MW) result in several tens to hundreds more bird casualties than alternatives 2a/b/c (100 to 115 turbines x 20 MW). Based on current knowledge, alternatives 1a/b/c with more and smaller turbines are expected to result in a larger number of bat casualties (estimated max 153) than alternatives 2a/b/c (estimated max 115). Therefore, specifically alternative 2a is the most environmentally friendly alternative from a bird and bat point of view, mainly due to the lower number of collision casualties than the other alternative with more turbines. The complete impact assessment is summarised in Table S6.

Table S6 Impact assessment of the different IJmuiden Ver wind farm alternatives on colony birds, local seabirds, migratory birds and bats

Effects of windfarms	Alternative 1a	Alternative 1b	Alternative 1c	Alternative 2a	Alternative 2b	Alternative 2c
Wind turbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Construction phase birds						
Construction of foundations	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Increased shipping	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Construction phase bats						
Construction of foundations	0	0	0	0	0	0
Increased shipping	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Operation phase birds						
Local seabirds						
Collisions	--	--	--	-	-	-
Barrier effect	0	0	0	0	0	0
Habitat loss	-	-	-	-	-	-
Indirect effect	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Breeding (colony) birds						
Collisions	-	-	-	-	-	-

Effects of windfarms	Alternative 1a	Alternative 1b	Alternative 1c	Alternative 2a	Alternative 2b	Alternative 2c
Wind turbines	134 * 15 MW Ø 236 m	140 * 15 MW Ø 236 m	153 * 15 MW Ø 236 m	100 * 20 MW Ø 280 m	106 * 20 MW Ø 280 m	115 * 20 MW Ø 280 m
Barrier effect	0	0	0	0	0	0
Habitat loss	-	-	-	-	-	-
Indirect effect	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Non breeding birds from Natura 2000						
Collisions	-	-	-	-	-	-
Barrier effect	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitat loss	0	0	0	0	0	0
Indirect effect	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Migratory birds						
Collisions	--	--	--	-	-	-
Barrier effect	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitat loss	0	0	0	0	0	0
Indirect effect	0	0	0	0	0	0
Operation phase bats						
Collisions	-	-	-	-	-	-
Barrier effect	0	0	0	0	0	0
Habitat loss	0	0	0	0	0	0
Indirect effect	-	-	-	-	-	-
Removal phase birds						
Deconstruction of foundations	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Increased shipping	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Removal phase bats						
Deconstruction of foundations	0	0	0	0	0	0
Increased shipping	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

An Appropriate Assessment has also been prepared for this Environmental Impact Assessment. This shows the following:

- Effects due to collisions and habitat loss on non-breeding birds from Natura 2000 areas, which use Site I Nederwiek (zuid) outside the breeding season, cannot be ruled out. Significant effects, however, can be ruled out.
- Significant negative effects of Site I Nederwiek (zuid) on breeding populations of lesser black-backed gulls from the Dutch Natura 2000 areas Dunes and Lage Land Texel, Dunes Vlieland and Wadden Sea can be ruled out. The additional mortality caused by the wind farm is at most 0.09%, and this falls below the 1% natural mortality standard.
- Effects on some species of migratory birds on seasonal migration from Natura 2000 areas as a result of collisions cannot be ruled out. Significant effects, however, can be ruled out.

6.3 Marine life

Impacts on benthic animals and fish are small in magnitude and sometimes even slightly positive (see Table S7). For benthic animals, a negative assessment is given for habitat destruction by bottom disturbance during construction. Seabed fauna present at the sites of bottom disturbance will be destroyed in the process. However, the area of seabed that will be affected in the plan area is negligible compared to the total bottom area in this part of the North Sea. In addition, the species concerned are relatively common and have high population growth rates, and species listed by OSPAR as threatened and/or declining have not been observed in the plan area. This does not apply to Sabellaria Banks, a critical OSPAR habitat that is likely to be present in the plan area. This reef-forming species may be destroyed by the installation of turbine foundations, erosion protection and cables at these sites. However, in the current situation, Sabellaria banks will have limited development due to bottom trawling. Due to the possible negative effect on Sabellaria banks and long-lived species, the effect of habitat destruction is assessed negatively for all alternatives.

Table S7 Impact assessment benthos and fish

	Effects wind farm		
Construction	Noise vibrations from pile driving	0	0/-
	Turbidity due to bottom trawling	0	0
	Habitat loss due to bottom trawling	0/-	0/-
Operation	Artificial hard substrate	0/+	0/+
	Exclusion of fishing	0/+	0
	EMF due to cables	0/-	0/-
Removal	Removal hard substrate	0	0
	Noise vibrations from removal	0	0/-

For marine mammals, effects occur during the construction of the wind farm for both harbour porpoises and seals due to underwater noise generated by pile-driving activities. During pile driving, the behaviour of marine mammals in a relatively large area may be disturbed for a period of time (animal disturbance days). Repeated exposure within a smaller area of the noise source could lead to hearing impairment, but is unlikely due to the realisation of Site I Nederwiek (south). Noise calculations show that, when applying a noise standard of 160 dB or 164 dB (SELSS at 750m (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)), these effects do not lead to a deterioration of the State of Conservation (SoC) for both porpoise and seal populations. However, alternatives 1a, b and c do exceed the number of animal disturbance days as calculated in KEC 4.0 for harbour porpoises. These alternatives therefore score more negatively in the impact assessment. Even without exceeding the KEC 4.0 value, limited disturbance in the behaviour of marine mammals occurs. This effect increases especially as more turbines are installed. During operation, no effect occurs due to the presence of vessels, turbines and hard substrate, and the absence of bottom-feeding fisheries.

The effects of the number of animal disturbance days and physically affected animals during removal have not been studied separately. The effects are considered equal or smaller than those arising during the construction phase. Therefore, the impact scores (worst-case) of removal are equal to construction.

Table S8 Impact assessment marine mammals

Phase / effect	Alternative 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Construction						
Disturbance days (impulsive noise): Harbour Porpoises	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Common seal	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grey seal	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Number animals affected	0	0	0	0	0	0
Operation						
Disturbance by ships and turbines (continuous noise)	0	0	0	0	0	0
Presence hard substrate	0	0	0	0	0	0
Ban on bottom trawling	0	0	0	0	0	0
Removal						
Disturbance days (impulsive noise): Harbour Porpoises	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Common seal	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Grey seal	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-
Number animals affected	0	0	0	0	0	0

6.4 Shipping and safety

The total expected collision and drift frequency for site I Nederwiek (zuid) is 0.0387, which comes down to one collision every 26 years. For site I Nederwiek (zuid), the expected number of fatalities per year from a collision with a wind turbine is 0.007852. That figure assumes a nacelle and mast falling onto the deck of the vessel. Given the various traffic routes and traffic flows around the wind farm, there are few if any situations where site I Nederwiek (zuid) affects sightlines. The impact assessment of the shipping safety theme is shown in Table S9.

Table S9 Impact assessment shipping and safety

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment
Safety	Probability of collision and drifting with wind turbines	-
	Consequential damage from collision and propulsion	0/-
Shipping	Diversion possibilities for crossing shipping	0

6.5 Landscape

For site I Nederwiek (zuid), the wind turbines will theoretically not be visible from the coast. The wind turbines will be completely hidden from view by bilge diving. Features of the wind turbines other than size, such as colour and material, are therefore not relevant. Visibility is assessed as neutral (see Table S10).

Table S10 Impact assessment landscape

Assessment criterion	Assessment
Visibility in percentage of time	0

6.6 Other marine functions

The impact assessments for the various alternatives are not distinctive. Most effects on the other marine functions are assessed neutrally because they are minor in magnitude, or can be ruled out beforehand (see Table S11). (Slight) negative effects are expected for the following subjects:

- Fisheries
- Mining
- Aviation, specifically the interference of helicopter traffic
- Ship, shore and aviation radar and other measuring equipment, specifically interference from measuring equipment on and around offshore platforms
- Telecommunications
- Military activities, specifically the presence of Unexploded Ordnance (UXO)
- Cultural history and archaeology
- Existing wind farms

Table S11 Impact assessment other marine functions

Fisheries	Restrictions on fisheries	0/-
Mining	Restrictions on oil and gas extraction	0/-
Aviation	Interference civil aviation	0
	Interference helicopter traffic	-
	Interference Coast Guard	0/-
	Interference military aviation	0
Sand, gravel and shell mining	Restrictions on shallow mineral extraction	0
Dredged sediment	Restrictions of dredging locations	0
Ship, shore and aviation radar	Interference aviation radar	0
	Interference shore and ship radar	0
Cables and pipes	Interference cables and pipes	-
Telecommunications	Wave interference	0
Military activities and UXO	Interference military activities	0
	Presence unexploded ordnance	0
Recreation en tourism	Restrictions recreational navigation	-
	Restrictions coastal recreation	0
Cultural history and archaeology	Damage to archaeological remains	
Existing wind farms	Influence on electricity yield from existing wind farms	0/-

The effects on fisheries as a whole are assessed as slightly negative. The area closure of the plot is small compared to the area available to fishermen. However, individual fishermen may experience greater impacts than others, if they frequently use fishing bays within the plot.

During construction, removal and maintenance works, working vessels may cause temporary disruption to transport to mining platform K13-A. There are also a number of abandoned boreholes at the site that may affect the routing of park cabling and the selection of turbine positions.

The impact on helicopter traffic is assessed as negative due to overlap with HTZ K13-A and because helicopter routes KY645 and KY646 cross the plot. Helicopter traffic, which is used by the Coast Guard, is also assessed as slightly negative because research shows that effects due to wind turbines on helicopter traffic cannot be ruled out when turbines are rotating and/or bad weather occurs, and that there is a disruptive effect on the proper functioning of Coast Guard radio communications.

The effects for cultural history and archaeology are also assessed slightly negatively, due to the presence of (potential) archaeological values that need to be taken into account.

Finally, there is a slightly negative effect on existing wind farms due to the proximity of wind energy areas both in the Dutch EEZ and the UK EEZ. A wind farm in site I Nederwiek (south) will then cause wake effects on surrounding wind farms.

With regard to Unexploded Ordnance (UXO), the assessment is negative because of the likelihood of OO being present, requiring necessary measures to be taken. There is also a negative effect on the interference of measuring equipment on platform K13-A. This is because a wind farm at the site interferes with wind measurements on platform K13-A in almost all directions.

6.7 Electricity yield

Previous EIAs have shown that for electricity output, the difference whether 2 GW of installed capacity is achieved with a higher number of smaller turbines (134 x 15 MW = 2,000 MW), or with a smaller number of larger turbines (100 x 20 MW = 2,000 MW), is limited. The impact assessment is therefore the same for both alternatives. Three alternatives were therefore considered for the electricity yield and avoided emissions theme (see Table S12). The overplanting alternatives with 140 x 15 MW and 153 x 15 MW wind turbines give slightly higher electricity yields and avoided emissions. The yields and avoided emissions are logically higher for a larger number of turbines (153 > 140 > 134). However, this makes no difference in the impact assessment. The impacts on the electricity yield and avoided emissions sub-aspects are assessed very positively for the three alternatives (see Table S12).

Table S12 Impact assessment electricity yield

Sub aspects	Assessment criteria	Impact assessment alternative 134 x 15 MW	Impact assessment alternative 140 x 15 MW	Impact assessment alternative 153 x 15 MW
Electricity yield	Electricity yield	++	++	++
Avoided emissions	CO ₂ -emission reduction	++	++	++
	SO ₂ -emission reduction	++	++	++
	NO _x -emission reduction	++	++	++

7. Cumulation

The following table briefly indicates the cumulative effects and the consequences this has for the Wind Farm Site Decision. For cumulative effects on birds, there is a national and international cumulation scenario. The national scenario involves all Dutch wind farms in the North Sea and the international scenario involves all wind farms in the North Sea (i.e. including foreign wind farms).

Table S13 Relevant cumulative effects and consequences

Morphology and hydrodynamics	
Birds and bats	
Marine life	
Navigation and safety	
Landscape	A wind farm in Site I Nederwiek (zuid) is not visible from the coast. Therefore, there are no cumulative effects.
Other uses	<u>Fisheries</u>

	<u>Recreational navigation</u>
Electricity yield	

8. Transboundary effects

For the aspects of birds as well as marine life, transboundary effects are potentially to be expected.

8.1 Birds and bats

Breeding birds

Wind Farm zone Nederwiek (zuid) is outside average range of breeding colonies located in foreign Natura 2000 areas. Therefore, no significant negative effects are expected on these breeding colonies as a result of a wind farm at site I Nederwiek (zuid).

Non-breeding birds

Based on cumulative calculations for the international scenario, significant negative effects can be ruled out.

Migratory birds

Population models were established for the eight most critical migratory bird species as part of the KEC 4.0 study. Population models of the eight most critical migratory bird species indicate that among these migratory bird species, the applicable ALI standards will not be exceeded for the national and international scenario. Therefore, significant effects on migratory bird populations and significant effect on (foreign) Natura 2000-areas can be ruled out.

8.2 Marine life

Fish

For fish, the effects of piling are marginal and also highly site-specific. Pile-driving will therefore not result in any transboundary effects. Operational noise from a wind turbine has no demonstrable effect on the fish community and therefore no transboundary effects.

Sea mammals

The western side of the plan area for site I of Nederwiek (zuid) lies on the border with the UK and thus also borders a Special Area of Conservation (SAC), the Southern North Sea. SACs are similar to Natura 2000 sites and are designated for habitat types and species. The Southern North Sea was designated for harbour porpoises in 2019. The maximum overlap of the disturbance contour with the SAC is about 630 km if a noise standard of $SEL_{ss} = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ (750 m) is assumed and about 800 km if the higher noise standard of $SEL_{ss} = 164 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ (750 m) is assumed. These are 1.7% and 2.14% of the total area of the SAC, respectively. For this area, disturbance from underwater noise resulting from a project or plan is assessed as significant if it displaces harbour porpoises from more than an average of 10% of the area relevant for harbour porpoises during a season²⁶. Significant effects through external effects can therefore be ruled out.

9. Mitigation

Mitigating measures can ensure that adverse environmental effects are avoided, prevented or limited. In the EIA of site I Nederwiek (zuid), mitigating measures were described and the effectiveness of these measures in relation to the construction and use phase. This was done for the aspects where adverse environmental effects are to be expected and were assessed mildly to very negatively in the EIA. Cumulative effects could also be reduced with the application of mitigation measures. Table S14 below summarises the possible mitigating measures.

²⁶ <https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf>

Table S14 Possible mitigating measures

Birds and bats	Disturbance (construction)	Build in June to September when few disturbance-sensitive species are present. Apply minimal lighting on vessels, with a 'bird-friendly' colour.
	Disturbance and casualties (operation)	
	Disturbance (removal)	
Aquatic life	Disturbance and habitat destruction (construction)	<u>Marine mammals</u>

		Use alternative foundation techniques, such as vibrating, screwing or blue piling.
		Use other foundations, such as tripods, jackets or suction buckets.
	Disturbance and habitat destruction (removal)	<u>Benthos and fish</u> Do not remove wind turbine pillars and embankments so that the developed aquatic communities remain, possibly in conjunction with biodegradable concrete structures (for erosion protection).
Shipping and safety	Collision risk and vessel movements	Using the Automatic Identification System (AIS) and VHF antenna in the park Vessel traffic management (VTM)/Monitoring (VTMon) Additional marking and identification of wind turbines Deployment of an Emergency Towing Vessel Additional SAR capacity ETV and MPV equipped with control agents against oil pollution
Morphology and hydrodynamics	N/A	N/A
Landscape	N/A	N/A
Other uses	Restriction on fishing areas	There are opportunities for fishery-friendly design of wind energy areas. However, for stakeholders as a whole, the benefits do not seem to outweigh the costs.
	Aviation	There are possibilities for innovative and space reducing ways of helicopter flights (Point in Space) to mitigate the effects on the helicopter accessibility of platform K13.
	Unexploded ordnances	Further investigation is required to detect unexploded ordnances and then clear them.
	Impact on archaeological values	Changing the location of a wind turbine or cable to avoid a (possible) archaeological objects.
Electricity yield	N/A	N/A

10. Considerations on preferred alternative

Introduction

In this section, some considerations are given for the choice of the preferred alternative, which will be made possible in the Wind Farm Site Decision. It concerns the bandwidth considered in this Environmental Impact Assessment and the mitigating measures to be taken.

Bandwidth considerations

There are no aspects in this Environmental Impact Assessment that constrain the considered range.

Considerations on mitigating measures

A number of measures are needed to limit cumulative effects on birds, bats and harbour porpoises, and to guarantee the GSI. These include, for example, a shutdown provision during bird and bat migration and compliance with an underwater noise standard during pile driving. Table S14 lists the possible measures identified in this Environmental Impact Assessment that could mitigate impacts. The choice will be explained in the Wind Farm Site Decision.

Conclusion

The Wind Farm Site Decision can enable the preferred site bandwidth at the considered location. However, the application of (at least) the necessary measures should be secured in the context of birds, bats and harbour porpoises.

11. Knowledge gaps

Although there has been significant construction of new offshore wind farms in recent years, offshore wind farm development still has a relatively short history. There are known monitoring evaluations of offshore wind farms in England, Denmark, Germany and the Netherlands, among others. These are results of relatively short monitoring periods. Better insight into the exact nature and extent of the effects with (empirical) research can only be expected in the long term. However, current development and research programmes do provide tools for impact prediction, as presented in this Environmental Impact Assessment with a worst-case approach. During (the preliminary investigation of) the impact prediction for the present Environmental Impact Assessment, several knowledge gaps were identified that limit the understanding of the nature and extent of the impacts of a wind farm in Site I. Knowledge gaps remain about the effects, including the cumulative effects of multiple wind farms among themselves and in cumulation with other activities in the North Sea.

The knowledge gaps that exist are not only due to the recent past of offshore wind energy. In general, much knowledge about animal species and their densities, diversity and behaviour still needs to be expanded. Each impact assessment chapter explains the gaps in knowledge per environmental theme that are relevant in the context of this EIA.

The gaps in knowledge do not mean that a good picture has not been obtained of the effects of a wind farm in the Nederwiek Wind Farm Zone. However, it is important for the decision-making process to have insight into the uncertainties that played a role in the impact predictions. This insight has been provided with this Environmental Impact Assessment.

12. Monitoring and evaluation

12.1 WOZEP

The monitoring and evaluation programme WOZEP focuses on important ecological questions around construction and operation of wind farms at sea that are mainly of a generic nature rather than wind farm specific.

The Wozep covers both the ongoing development of the KEC tool (update and implementation of knowledge) and the MEP (the monitoring and research programme). The MEP covers monitoring and research as mandated by the Environmental Act.

The Wozep thus replaces the monitoring obligation per wind farm. In this way, an efficiency improvement is also achieved which also contributes to cost-efficient realisation of the offshore wind energy targets.

On the one hand the evaluation of the Wozep pays attention to the translation of new knowledge into the KEC tool (this can also mean checking assumptions and/or effect calculations) and on the other hand as a translation into policy and management consequences. Example of the latter is the imposition or

adaptation of mitigation measures. In the Wozep, the study focuses in particular on gaining more insight into the cumulative ecological effects and visualises and advises the competent authorities.

Current situation

A multi-year monitoring and research programme was published at the end of 2016, broadly outlining the research lines for the period 2017-2023. Meanwhile, the Wozep Multi-Year Programme 2024-2030 has also been adopted. Every year, progress, results and whether new questions have arisen are reviewed. Each year, this results in an Annual Plan that lists the new subprojects that will be carried out the following year²⁷.

The gaps in knowledge from this Environmental Impact Assessment provide input for monitoring within WOZEP (for the ecological aspects) and for monitoring for the shipping and morphology and hydrology aspects.

12.2 MOSWOZ

In 2019, Rijkswaterstaat investigated the cumulative effects of wind farms on shipping safety. It concerns the wind farms to be built on the southern part of the Dutch North Sea until 2030. In total, it concerns some 850 additional wind turbines over an area of some 1,600 km².

Despite much research and the involvement of all kinds of experts, there are still uncertainties about the actual risks and about the effectiveness of a number of measures. This is the reason why the Monitoring and Research Programme on Marine Safety Wind at Sea (MOSWOZ) was launched. Running until 2029, the programme will monitor shipping safety developments in relation to implementation of offshore wind farms over the next few years. The ultimate goal is to gain more insight into the effect on shipping safety of offshore wind farms and to be able to respond to innovations in this area in a timely manner.

To achieve these goals, MOSWOZ has worked out the aforementioned knowledge gaps into research questions and then bundled them into various themes. Within these themes, answers to research questions will be sought over the next few years, in order to be able to properly support and advise policymakers and other stakeholders.

The programme is designed to make use of progressive understanding. Choices and priorities are geared to current events²⁸.

²⁷ For more information see website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch>.

²⁸ For more information, see website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/>

Table S15 MOSWOZ themes

Hydro/Meteo	Analysing if there are hydrodynamic or meteorological effects that are relevant for shipping safety in the vicinity of wind farms.
Collisions	Analysing what the possible scenarios are when a ship collides or drifts into a wind turbine.
Emergency towing vessels	Explore deployment of multiple Emergency Rescue and Towing Vessels (ERTV's) – effectiveness and modus operandi.
Transit	Mapping the risks of wind farm transit versus rerouting.
Traffic control	Establish a form of traffic control together with the Coast Guard.
Monitoring	Tracking how shipping traffic and maritime safety risks change as a result of wind farm construction.
Anchorage areas	Investigate whether and, if so, how better use of anchorage areas can help improve shipping safety.
Crisis organisation	Exploring the impact on crisis organisation (related to complexity).
Foreign benchmarking	Exchange knowledge and insights with our neighbouring countries on policy and management issues for shipping safety in and around offshore wind farms.

13. Splitting of sites

This Environmental Impact Assessment (hereinafter referred to as EIA) has been prepared for the purpose of taking a site decision for site I Nederwiek (south) in wind energy area Nederwiek. Site I Nederwiek (South) has space for a windfarm with a total installed capacity of at least 2 GW. The Dutch Ministry of Climate Policy and Green Growth intends to split the 2 GW site into two smaller 1 GW sites.

The EIA for site I Nederwiek (south) is used for making site decisions for both site I-A Nederwiek (south) as well as site I-B Nederwiek (south). Chapter 13 of the EIA provides an explanation for each environmental aspect on how the subdivision of site I-A and site I-B may impact the impact assessment in the EIA, Appropriate Assessment, a Species Assessment and the Marine Strategy Framework Directive.

Figure S3 shows the proposed split of site I Nederwiek (south). The net area of site I, as assessed in the EIA, is consistently larger than the combined area of site I-A and site I-B. The reason for this is that, as a result of the subdivision of the two sites, a free corridor has been introduced between site I-A and site I-B. Therefore, the combined environmental impacts of the subdivided sites, site I-A Nederwiek (south) and site I-B Nederwiek (south), are always equal to or less than the assessed impacts of the original site I Nederwiek (south). It should be noted that by taking to site decisions, two distinct tender procedures will be initiated. This may lead to the allocation of two plots to two different licence holder, resulting in the wind farms being developed, operated and decommissioned by two separate developers. This may give the following relevant implications:

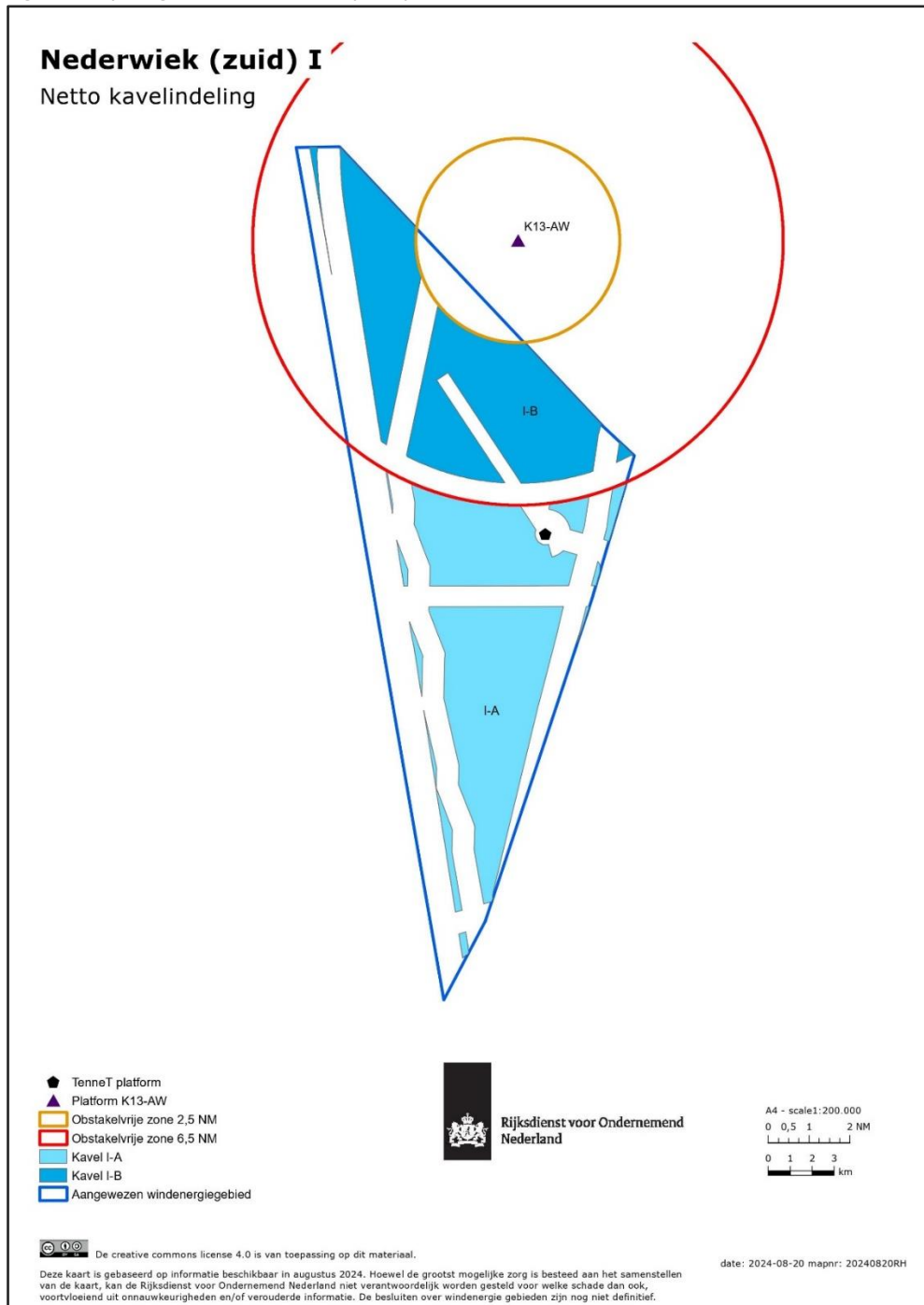
- Increased probability of varying durations for construction, maintenance and decommissioning due to the involvement of different developers and their associated environmental impacts. However, the extent of difference in construction and decommissioning timelines will be limited, as the schedule aligns with the most recent roadmap for bringing site I Nederwiek (south) into operation by Q4 2030 and the equal permit duration (40 years).
- An increased number of working vessels during the construction, maintenance and decommissioning phase of the wind farm in the case of two different wind farm developers, due to reduced economies of scale. However, a wind farm developer will deploy the working vessels as efficiently as possible, given the considerable distance to the coast and the associated high costs. Therefore, any increase in shipping activity is expected remain limited. Furthermore, different wind farm developer may collaborate to facilitate wind farm maintenance.

The subdivision of the site may result in minor differences regarding environmental impacts. Nevertheless, it is concluded that the subdivision does not result in a differing impact assessment or lead to different conclusions for any of the environmental aspects.

For each environmental aspect, the effects have also been described in relation to cumulative impact with other wind farms in the North Sea, where relevant. For both site I Nederwiek (south) and the subdivided sites (I-A & I-B), an equal cumulative impact scenario applies to all environmental aspects in conjunction with other wind farms in the North Sea. Moreover, the main assessment with regard to species protection and area protection, in the Species Assessment (Appendix 7) and the Appropriate Assessment (Appendix 8) respectively, is conducted in conjunction with the cumulative impact of other wind farms in the North Sea. As long as a significant cumulative effect on the conservation status of protected species or conservation objectives of Natura 2000 can be ruled out, the same conclusion applies to subdivided sites.

Therefore, it is not relevant to conduct separate impact assessments for each site or to prepare a separate Species Assessment or Appropriate Assessment for each site.

Figure S3 Splitting of site 1 Nederwiek (south) into site 1-A & 1-B



14. KEC 5.0

In order to take a final site decision for Nederwiek I, the underlying EIA and associated documents must be completed based on the most recent knowledge. The Framework Ecology and Cumulation 5.0 (KEC 5.0) is published (see <https://www.noordzeeloket.nl/>). KEC 5.0 gives a cumulative assessment of the impacts of the Dutch offshore wind energy Roadmap 2030/2031 on bird species, marine mammal species and ecosystem impacts, based on the most recent knowledge. Annex 10 of this EIA outlines the knowledge that has been updated in KEC 5.0, the conclusions that follow from KEC 5.0 and the implications of KEC 5.0 for the impact assessment of the EIA of Nederwiek 1 and associated assessments. The results of KEC 5.0 with regard to marine mammals, birds and ecosystem effects do not lead to a different impact assessment in the EIA or assessment in the Appropriate Assessment, Species Assessment and Test and Marine Strategy Framework Directive.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit	4
1.3	Inhoud milieueffectrapportage	5
1.4	Initiatiefnemer en betrokken partijen	5
1.5	Inspraak	7
1.6	Leeswijzer	7
2	Wet- en regelgeving en beleidskader	9
2.1	Nationale wet- en regelgeving en beleid	9
2.2	Internationale wet- en regelgeving en beleid	14
3	Locatiekeuze	18
3.1	Locatiekeuze Nederwiek	18
3.2	Ligging en beschrijving van windenergiegebied Nederwiek (zuid)	19
4	Aanpak effectbeoordeling	30
4.1	Inleiding bandbreedte-benadering	30
4.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven	31
4.3	Milieuaspecten	38
4.4	Grensoverschrijdende effecten	43
4.5	Effectbeoordeling	43
4.6	Mitigerende maatregelen	51
4.7	Leemte in kennis	51
5	Morfologie en hydrodynamica	52
5.1	Beoordelingskader en locatie	52
5.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	65
5.3	Effectbeschrijving	77
5.4	Effectbeoordeling	94
5.5	Cumulatie	95
5.6	Mitigerende maatregelen	95
5.7	Leemten in kennis	96
6	Vogels en vleermuizen	97
6.1	Inleiding	97
6.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	97
6.3	Beoordelingskader	98
6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	100
6.5	Effectbeschrijving	109
6.6	Conclusie	135
6.7	Cumulatie	137
6.8	Mitigerende maatregelen	142
6.9	Leemten in kennis en informatie	147
6.10	Grensoverschrijdende effecten	147

7	Onderwaterleven	148
7.1	Inleiding	148
7.2	Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte	148
7.3	Beoordelingskader	150
7.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	155
7.5	Effectbeoordeling	161
7.6	Mitigerende maatregelen	175
7.7	Cumulatie	178
7.8	Leemten in kennis	185
8	Scheepvaartveiligheid	191
8.1	Inleiding	191
8.2	Aanpak MARIN	194
8.3	Effectbeschrijving	204
8.4	Effectbeoordeling	210
8.5	Cumulatie	212
8.6	Mitigerende maatregelen	212
8.7	Leemten in kennis	215
9	Landschap	219
9.1	Inleiding	219
9.2	Beoordelingskader	220
9.3	Effectbeoordeling	221
9.4	Cumulatie	225
9.5	Leemten in kennis	225
10	Overige gebruiksfuncties	226
10.1	Inleiding	226
10.2	Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte	227
10.3	Beoordelingskader	230
10.4	Visserij	231
10.5	Mijnbouw	250
10.6	Luchtvaart	256
10.7	Zand-, grind- en schelpenwinning	264
10.8	Baggerstort	266
10.9	Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	267
10.10	Kabels en leidingen	274
10.11	Telecommunicatie	278
10.12	Militaire activiteiten en ontplofbare oorlogsresten	281
10.13	Recreatie en toerisme	285
10.14	Cultuurhistorie en archeologie	287
10.15	Bestaande windparken	294
10.16	Effectbeoordeling	297
10.17	Cumulatie	298
10.18	Mitigerende maatregelen	299
10.19	Leemten in kennis	300
11	Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	301
11.1	Inleiding	301

11.2	Te beschouwen bandbreedte en alternatieven	301
11.3	Beoordelingskader	303
11.4	Berekende situaties	303
11.5	Effectbeschrijving	306
11.6	Effectbeoordeling	311
11.7	Cumulatie	312
11.8	Mitigerende maatregelen	314
11.9	Leemten in kennis	314
12	Conclusies	315
12.1	Inleiding	315
12.2	Toetsing aan wettelijk kader	315
12.3	Effecten binnen de bandbreedte	316
12.4	Cumulatie	323
12.5	Bandbreedtebenadering en milieuaspect-overschrijdende conclusies	325
12.6	Grensoverschrijdende effecten	327
12.7	Mitigerende maatregelen	328
12.8	Overwegingen voorkeursalternatief	330
12.9	Leemten in kennis en informatie	331
12.10	Monitoring en evaluatie	331
13	Effectbeoordeling splitsing kavel I Nederwiek (zuid)	334
13.1	Aanleiding	334
13.2	Splitsing kavel	334
13.3	Effectbeoordeling per milieuaspect	336

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het terugdringen van CO₂-emissies, en daarmee samenhangend, het produceren van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. In 2022 heeft de (toenmalige) Minister voor Klimaat en Energie de doelstelling voor wind op zee verhoogd tot een vermogen van 21 GW. In de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030¹ is opgenomen welke (delen van de) nieuwe windenergiegebieden wanneer ontwikkeld worden. Het gaat hierbij om de windenergiegebieden IJmuiden Ver (noord), Hollandse Kust (west) kavel VIII, Nederwiek, Lageland en Doordewind, welke zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027.

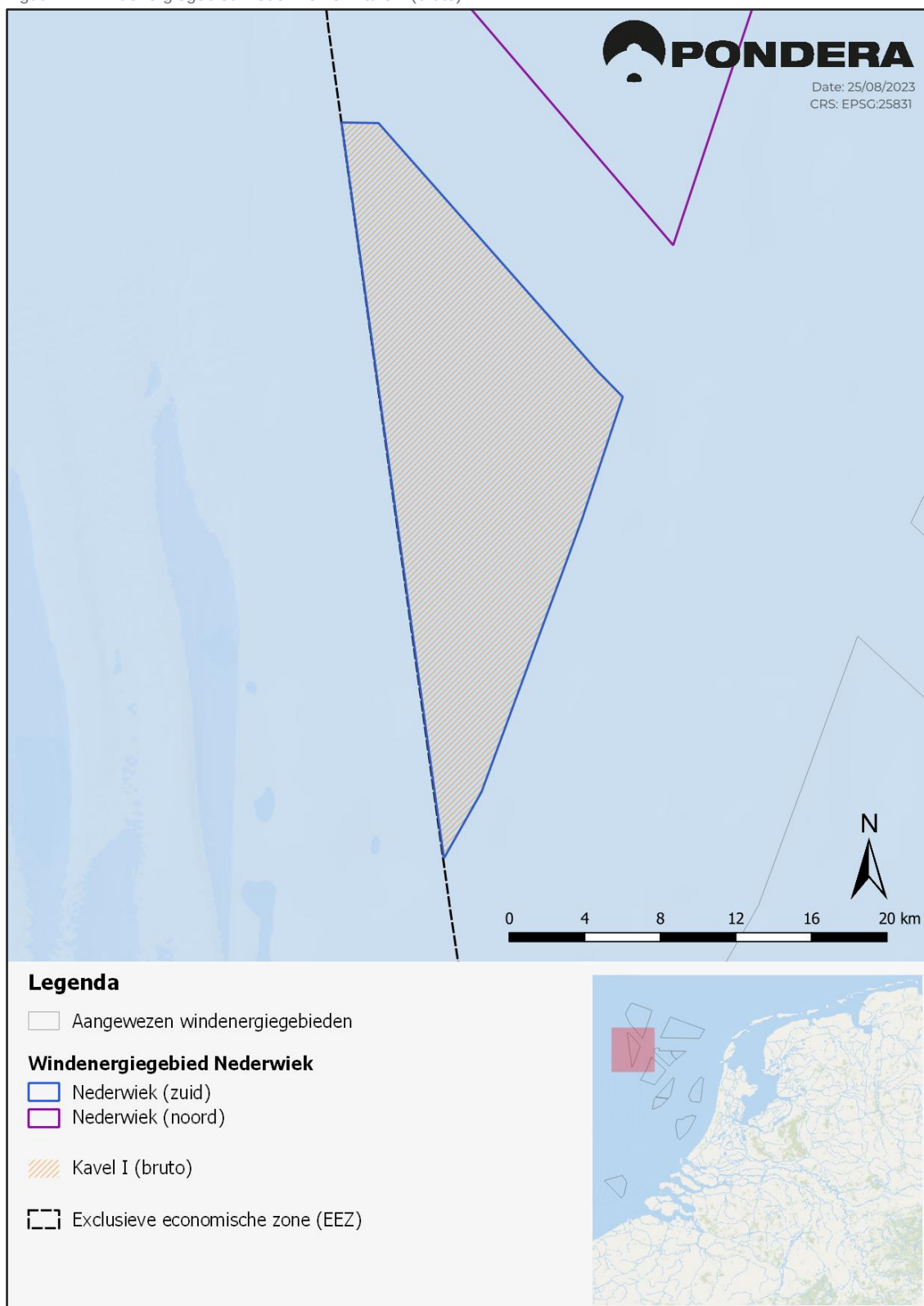
De Wet windenergie op zee (Wwoz) geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die als windenergiegebied zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027. In het kavelbesluit wordt bepaald 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 paragraaf § 7.2.3 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) zijn algemene regels voor windparken op zee vastgelegd. Voor een overzicht van benodigde besluiten zie Kader 1.1.

De Minister van Klimaat en Groene groei kan een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op. Dit gebeurt in overeenstemming met de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (artikel 3, lid 1 Wwoz).

Dit document betreft het MER voor kavel I in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) (zie Figuur 1.1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel.

¹ R.A.A. Jetten, Minister voor Klimaat en Energie, Kamerbrief Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, 10 juni 2022

Figuur 1.1 Windenergiegebied Nederwiek en kavel I (bruto)



De (toenmalige) minister voor Klimaat en Energie heeft in overeenstemming met de (toenmalige) minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening op 22 juni 2023 voor kavel I Nederwiek (hierna ook wel ‘project’, ‘initiatief’ of ‘voornemen’ genoemd) een voorbereidingsbesluit gepubliceerd in de Staatscourant.² Met een voorbereidingsbesluit wordt voorkomen dat, tot het moment van publiceren van het ontwerp-kavelbesluit, ontwikkelingen plaatsvinden in het gebied die de aanleg van het project belemmeren of onmogelijk maken. Als het bevoegd gezag een vergunningaanvraag ontvangt voor bouw- en andere werkzaamheden in dit gebied, moet het bevoegd gezag rekening houden met het voorbereidingsbesluit.

Vanaf vrijdag 23 juni tot en met donderdag 3 augustus 2023 heeft de concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD) ter inzage gelegen³. In de concept-NRD is het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende milieueffectrapport (MER). In de concept-NRD wordt een toelichting gegeven op het initiatief om kavel I Nederwiek (zuid) uit te geven en is beschreven wat in dit MER onderzocht wordt. Op de concept-NRD zijn vier zienswijzen gekomen. De zienswijzen zijn meegenomen bij het opstellen van de definitieve NRD. Op 12 februari 2024 is de definitieve NRD gepubliceerd.

De windturbines die in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. De beoogde kavel I wordt aangesloten op het Net op zee Nederwiek 1 (zie paragraaf 3.2.1).

² <https://zoek.officiëlebevestigingen.nl/stcrt-2023-17394.html>

³ Zie voor de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD); <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/woz-nederwiek-zuid-kavel-i>

Kader 1.1 Besluiten windenergie

Besluiten windenergie op zee

Voordat een windpark op zee gebouwd kan worden, is een aantal besluiten nodig.

1. Eerst worden in een nationaal waterplan gebieden op de Noordzee aangewezen die geschikt zijn voor windenergie. Voor de periode 2022-2027 is dit het Programma Noordzee, dat een bijlage is van het Nationaal Waterprogramma 2022-2027. Alleen binnen deze windenergiegebieden mogen kavels worden uitgegeven.
2. Binnen die gebieden wordt vervolgens voor elk windpark een kavel aangewezen. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden.
3. Los van het kavelbesluit worden het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee van netbeheerder TenneT voorbereid. Het inpassingsplan uit de Wet ruimtelijke ordening (Wro) wordt in de Omgevingswet vervangen door het instrument 'projectbesluit'. Voor Net op zee Nederwiek 1 is er nog sprake van een inpassingsplan. Het net op zee wordt voor een of meer kavels aangelegd en zorgt voor de stroomverbinding van het windpark of windparken met het landelijk hoogspanningsnet (zie paragraaf 3.2.1).
4. Wie uiteindelijk een windpark mag bouwen, wordt bepaald in een procedure van een veiling waarvoor geïnteresseerde partijen een voorstel kunnen indienen. Deze stap vindt plaats nadat een kavelbesluit is genomen. De indiener aan wie een kavel wordt toegewezen ontvangt een vergunning als bedoeld in artikel 12 van de Wwoz.

Een kavelbesluit wordt in een vaste volgorde genomen met de volgende mogelijkheden voor inspraak of beroep:

- Eerst bestaat een mogelijkheid tot inspraak op de concept-NRD die beschrijft wat er in de m.e.r. onderzocht zal worden. De inspreker kan daarbij aangeven wat in het MER (meer, of anders) onderzocht moet worden om tot een ontwerp-kavelbesluit te komen.
- Als het onderzoek naar de milieueffecten is afgerond, bestaat een mogelijkheid om een zienswijze kenbaar te maken over het ontwerp-kavelbesluit en het MER en de 'passende beoordeling', waarbij aangegeven kan worden wat er aan veranderd zou moeten worden. Een 'passende beoordeling' is een beoordeling van de effecten van een activiteit op de natuurdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. De betreffende stukken worden ter inzage gelegd.
- Een definitief kavelbesluit staat open voor beroep bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Het kavelbesluit wordt gepubliceerd in de Staatscourant.

Een belangrijk onderdeel van een kavelbesluit behelst de toets van de natuuraspecten. Ingevolge de Wet windenergie op zee worden de ecologische toetsen die op grond van de Omgevingswet dienen te worden uitgevoerd, geïntegreerd in het kavelbesluit. Bij de toetsing speelt het Kader Ecologie en Cumulatie een belangrijke rol (zie paragraaf 2.1.6).

1.2 M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit

De m.e.r.-procedure voor besluiten die gaan over activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten, is voorgeschreven op grond van nationale en Europese wetgeving. De aard en omvang van deze activiteiten (wanneer m.e.r.-plichtig of m.e.r.-beoordelingsplichtig) zijn opgenomen in het Omgevingsbesluit bijlage V. De m.e.r.-procedure resulteert in een rapport, het milieueffectrapport (MER). De inhoudelijke eisen die gesteld worden aan een MER staan in Afdeling 11.2 van het Omgevingsbesluit.

Voor het kavelbesluit wordt een project-m.e.r. doorlopen. Dit omdat het een besluit betreft over een project dat project-mer-plichtig is. Het kavelbesluit valt in bijlage V van het Omgevingsbesluit in kolom 4 van C2 projecten 'Windparken'. Ook gaat het bij het kavelbesluit om de oprichting van een windpark met 20 of meer windturbines. Op basis van artikel 11.6, lid 1 en 3 onder c van het Omgevingsbesluit geldt er dan een project-mer-plicht. Het kavelbesluit treedt in de plaats van een omgevingsvergunning Natura 2000-activiteiten (artikel 5.1, lid 1 onder e van de Omgevingswet) en een omgevingsvergunning flora- en fauna-

activiteit (artikel 5,1, lid 2 onder g van de Omgevingswet)⁴. Het detailniveau van dit MER is zodanig dat voor de realisatie van het windpark op basis van het kavelbesluit, geen verdere m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden.

Omdat het niet op voorhand uit te sluiten is dat er significante effecten op Natura 2000-gebieden optreden bij de realisatie van een windpark in windenergiegebied Nederwiek (zuid), wordt er ook een passende beoordeling opgesteld voor het kavelbesluit. Deze maakt onderdeel uit van dit MER en bevat een beoordeling van de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen⁵ van Natura 2000-gebieden.

1.3 Inhoud milieueffectrapportage

Het doel van dit MER is om informatie te leveren die het mogelijk maakt om het milieubelang - in brede zin - een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming van het kavelbesluit. Hiertoe bevat dit MER de volgende zaken:

- De locatieonderbouwing: geschiktheid windenergiegebied Nederwiek (zuid).
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de verkaveling van het windenergiegebied Nederwiek (zuid).
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsalternatieven binnen het kavel. Dit gebeurt door binnen een bandbreedte te variëren in de posities van windturbines en diens eigenschappen zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter.

1.4 Initiatiefnemer en betrokken partijen

Dit MER is opgesteld in opdracht van de Minister van Klimaat en Groene groei.

Ook bij het tot stand komen van de verkaveling van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn en worden partijen betrokken middels consultatie in het voortraject en via de inspraakmogelijkheden. Ook is uitgebreide informatie te vinden op de website <https://windopzee.nl/>.

De Commissie m.e.r. is om advies gevraagd over het MER dat ter inzage is gelegd op 22 november 2024. Op 9 januari 2025 heeft de Commissie m.e.r. haar toetsingsadvies uitgebracht over de ter inzage gelegde MER voor kavel I Nederwiek (zuid).⁶ De Commissie m.e.r. constateert dat het MER de meeste benodigde milieu-informatie in beeld brengt om het milieubelang volwaardig mee te kunnen wegen in de besluitvorming over de kavelbesluit(en). In haar toetsingsadvies adviseert de Commissie m.e.r. om op een aantal aspecten milieu-informatie te verduidelijken. In onderstaande Tabel 1.1 zijn de adviezen en aanbevelingen uit het toetsingsadvies van de Commissie m.e.r. samengevat en is aangegeven hoe en waar in dit MER ingegaan wordt op deze adviezen en aanbevelingen.

⁴ Artikelen 5 en 7, lid 1 van de Wwoz

⁵ De doelen die in Natura 2000-gebieden moeten worden bereikt, worden instandhoudingsdoelstellingen genoemd. Het uiteindelijke doel van Natura2000 is het bereiken van de landelijk gunstige staat van instandhouding voor alle door de richtlijnen beschermde soorten en habitats.

⁶ Voor het toetsingsadvies van de Commissie m.e.r. op het MER, zie: <https://www.commissiemer.nl/adviezen/3843>. In hoofdstuk 2 van haar advies ligt de Commissie m.e.r. haar advies toe. In Tabel 1.1 verwijzen de paragraaf nummers naar de paragraaf nummers van het toetsingsadvies van de Commissie m.e.r.

Tabel 1.1 Samenvatting en de verwerking van het toetsingsadvies en aanbevelingen van de Commissie m.e.r.

Algemeen Toelichting op de splitsing van de kavel in kavel I-A en I-B toevoegen aan de samenvatting van het MER.	Samenvatting Aan de samenvatting is een beschrijving van de splitsing van de kavel toegevoegd.
2.1.1 Actuele inzichten over scheepvaartveiligheid toepassen De Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV) heeft het rapport 'Schipperen met Ruimte, Beheersing van scheepvaartveiligheid op een steeds vollere Noordzee' uitgebracht. Dit bevat belangrijke nieuwe inzichten over de scheepvaartveiligheid. Het advies is om de nieuwe inzichten van het rapport op te nemen in het MER.	Hoofdstuk 8, paragraaf 8.7.1 Aan paragraaf 8.7 is sub paragraaf 8.7.1 toegevoegd die ingaat op de voor dit MER relevante aandachtspunten en inzichten uit het OvV-rapport. Op basis van deskundigenoordeel van MARIN wordt er inhoudelijk beoordeeld wat dit betekent voor de in dit MER gepresenteerde beoordeling van de scheepvaartveiligheid.
2.1.1 Veiligheidszone gasdoorvoerplatform (luchtvaartveiligheid) De veiligheidszone rondom gasdoorvoerplatform K13-A vanwege helikopterbereikbaarheid maakt dat het mogelijk is dat de uitvoerbaarheid van kavel I-B met de huidige begrenzing niet realiseerbaar is. Het advies is om aan te geven in hoeverre de alternatieven voor kavel I-B uitvoerbaar kunnen zijn vanuit helikopterbereikbaarheid, rekening houdend met de veiligheidszone rondom K13-A. Breng voor kavel I-B zo nodig maatregelen in beeld om tot een uitvoerbaar alternatief te komen.	Hoofdstuk 10, paragraaf 10.6.2 Om veilig op het platform K13-A te kunnen werken en om het platform met een helikopter te bereiken is een obstakelvrije zone nodig. Om te zorgen dat er voldoende afstand tussen het platform en het windpark blijft zijn verschillende verkennende onderzoeken uitgevoerd over luchtzijdige bereikbaarheid. Beslisinformatie om de obstakelvrije ruimte te bepalen volgt uit de Flight Operational Safety Assessment (FOSA). Deze studie toont aan dat wanneer kavel I-B wordt gerealiseerd het platform K13-A dusdanig minder vaak bereikt kan worden middels de nu gangbare vliegprocedures dat de veiligheid van dit platform en de mensen die er werken in het geding komen. De Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Klimaat en Groene Groei hebben voor K13-A een proefproject opgestart voor een innovatieve, ruimtebesparende en veilige manier van vliegen – Point in Space (PinS). De resultaten worden verwacht in de tweede helft 2025.
2.1.2 Effecten van aanvaringen, verdrinkingen en beschadigen scheepshuid De Commissie constateert dat het OvV-rapport belangrijke inzichten geeft voor de beoordeling van de effecten van aanvaringen, verdrinkingen en een beschadiging van de scheepshuid met mogelijke olie lekkage. De aanbeveling is om deze inzichten op te nemen in het MER.	Hoofdstuk 8, paragraaf 8.7.1 Aan paragraaf 8.7 is sub paragraaf 8.7.1 toegevoegd die ingaat op de voor dit MER relevante aandachtspunten en inzichten uit het OvV-rapport. Op basis van deskundigenoordeel van MARIN wordt er inhoudelijk beoordeeld wat dit betekent voor de in dit MER gepresenteerde beoordeling van de scheepvaartveiligheid.
2.1.2 Aanvaringsrisico's bij andere funderingstypes De risico's voor de scheepvaart bij toepassing van andere funderingstypes zijn in het MER niet beschouwd. De aanbeveling is om in het MER in beeld te brengen in hoeverre andere risico's en effecten te verwachten zijn bij een andere funderingstype dan bij een monopile fundering.	Hoofdstuk 8, paragraaf 8.4.1. Er is een kader toegevoegd die ingaat op de aanvarings- en aandrijvingskansen van andere turbinetypen.

2.2.1 Vogels en vleermuizen In het ecologisch achtergrondrapport is ingegaan op de mogelijkheden om sterfte onder vogels te beperken door de tiplaagte te verhogen van 25 meter naar 35 meter. De verhoging van de tiplaagte is evenwel niet expliciet bij de afweging van mitigerende maatregelen genoemd.	Hoofdstuk 12, paragraaf 12.7 Tiplaagte verhoging is nu expliciet meegenomen in de tabel met mitigerende maatregelen in het conclusiehoofdstuk.
2.2.2 Maximaal aantal bruinvisverstoringdagen Door de inconsistentie in het MER qua genoemde aantal bruinvisverstoringdagen, ontstaat onduidelijkheid over de effectbeoordeling. De aanbeveling is om in het MER te verduidelijken hoe is gekomen tot het (aangepaste) aantal bruinvisverstoringdagen.	Hoofdstuk 7 De beschrijving in hoofdstuk 7 in relatie tot het aantal berekende bruinvisverstoringdagen is op een aantal punten verduidelijkt.
2.3 Toestaan van visserij in windenergiegebieden Het eventueel toestaan van visserij in windenergiegebieden beïnvloedt de effecten op onderwaterleven en vogels van een windpark in het kavel. De aanbeveling is om erop te wijzen dat het MER voor een situatie waarin visserij in Nederwiek zuid wel wordt toegestaan onvoldoende milieu-informatie bevat om het milieubelang volwaardig mee te wegen.	Hoofdstuk 10, paragraaf 10.4.2 Er is een kader toegevoegd die het eventueel toestaan van visserij in windparken op zee beschrijft.

1.5 Inspraak

Deze m.e.r.-procedure kent twee formele inspraakmomenten waarop zienswijzen kunnen worden ingediend, namelijk:

- 1) Tijdens de terinzagelegging van de concept-NRD (zie ook paragraaf 1.1)
- 2) Tijdens de terinzagelegging van het ontwerp-kavelbesluit, inclusief het MER

Aan de hand van de verwerking van de zienswijzen in de twee periodes worden de definitieve NRD en kavelbesluit vastgesteld. De inspraakperiodes worden bekend gemaakt door publicatie in de Staatscourant of op een andere geschikte wijze. Tegen het definitieve kavelbesluit kan beroep worden ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

Van vrijdag 22 november 2024 tot en met donderdag 2 januari 2025 lag het ontwerp-kavelbesluit en het bijbehorende milieueffectrapport ter inzage. Op het ontwerp-kavelbesluit en het MER zijn zienwijzen binnengekomen. De zienswijzen zelf en de antwoorden op de zienswijzen zijn opgenomen in een inspraakbundel. Op basis van de zienswijzen zijn er enkele zaken in het voorliggende MER aangepast.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de relevante wet- en regelgeving en het beleidskader voor dit MER beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de locatiekeuze van windenergiegebied Nederwiek (zuid) beschreven en wordt nader ingegaan op de kavelbegrenzings van kavel I. Hoofdstuk 4 gaat in op de te onderzoeken bandbreedte en inrichtingsalternatieven. Vervolgens zal hoofdstuk 4 het beoordelingskader schetsen van de verschillende te onderzoeken milieuaspecten. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 t/m 11 de verschillende milieuaspecten beschreven en beoordeeld. Deze milieueffecthoofdstukken hebben een vergelijkbare opbouw. In

hoofdstuk 12 wordt een afweging en conclusie gegeven. In hoofdstuk 13 wordt een overzicht gegeven van de gevolgen voor de effectbeoordeling van dit MER wanneer het 2 GW kavel wordt gesplitst in twee kavels van elk 1 GW.

Tevens is een aantal bijlagen opgenomen met achtergronddocumenten ten aanzien van een aantal milieuaspecten zoals scheepvaart, zeezoogdieren en vogels. Ook de passende beoordeling vormt een bijlage, evenals de toetsing van de soortbescherming, het natuurwaardenonderzoek, in het kader van de Omgevingswet namelijk het verrichten van een flora- en fauna-activiteit. In onderstaande opsomming zijn de Bijlagen van het MER met bijlagennummer weergegeven:

- Bijlage 1 – Literatuurlijst
- Bijlage 2 – Voornemen
- Bijlage 3 – Verkaveling kavel I Nederwiek (zuid)
- Bijlage 4 – Achtergrondrapport vogels, vleermuizen, vissen en benthos
- Bijlage 5 – Achtergrondrapport onderwaterleven
- Bijlage 6 – Achtergrondrapport scheepsvaartveiligheid
- Bijlage 7 – Soortenbeschermingstoets
- Bijlage 8 – Passende beoordeling⁷
- Bijlage 9 – KRM-toets

⁷ De bijlage is opgesplitst in een bijlage 8a Passende Beoordeling kavel I-A Nederwiek (zuid) en bijlage 8b Passende Beoordeling kavel I-B Nederwiek (zuid)

2 Wet- en regelgeving en beleidskader

In dit hoofdstuk wordt relevant nationaal en internationaal beleid beschreven met betrekking tot wind energie op zee. In paragraaf 2.1 wordt relevant nationaal beleid beschreven en in paragraaf 2.2 wordt relevant internationaal beleid beschreven.

2.1 Nationale wet- en regelgeving en beleid

2.1.1 Wet windenergie op zee (Wwoz)

Op grond van artikel 3, eerste lid, van de Wet windenergie op zee kan de Minister van Klimaat en Groene groei een kavelbesluit nemen, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. In het kavelbesluit wordt een kavel aangewezen ten behoeve van een windpark, en de aansluitverbinding tussen het windpark en het net op zee. Ingevolge artikel 3, tweede lid, van de Wet windenergie op zee kan een kavel slechts worden aangewezen binnen de daartoe aangewezen windenergiegebieden in het nationaal waterprogramma (o.b.v. artikel 3.9, lid 2 onder e van de Omgevingswet).

Bij de voorbereiding van het kavelbesluit moeten de belangen zoals opgenomen in artikel 3, derde lid, van de Wet windenergie op zee, onderzocht en afgewogen worden. Deze belangen betreffen de vervulling van maatschappelijke functies op zee, de gevolgen voor derden, het ecologisch belang, de kosten om een windpark in het gebied te realiseren, en het belang van een doelmatige aansluiting op een aansluitpunt.

Met betrekking tot het ecologische belang is een belangrijk onderdeel van het kavelbesluit de toets van de natuuraspecten. De geïntegreerde uitvoering van de toets van de natuuraspecten is nader uitgewerkt in de artikelen 5 en 7 van de Wet windenergie op zee. Dit heeft als gevolg dat er geen aparte omgevingsvergunning flora- en fauna-activiteit of Natura 2000-activiteit op grond van de Omgevingswet nodig is.

Op grond van artikel 4, eerste lid, van de Wwoz worden aan het kavelbesluit regels en voorschriften verbonden. Daarbij gaat het met name om locatie-specifieke randvoorwaarden voor de bouw en exploitatie van een windpark teneinde de hierboven genoemde belangen te beschermen. Naast het verbinden van regels en voorschriften moeten ook onderdelen in het kavelbesluit opgenomen worden zoals gesteld in artikel 4, tweede lid, van de Wwoz. Dit betreft onder meer de uitkomsten van locatie-specifieke onderzoeken.

Op grond van hoofdstuk 3 van de Wwoz kan door de Minister van Klimaat en Groene groei een vergunning verleend worden voor de bouw en exploitatie van een windpark op zee binnen een kavel waarvoor een kavelbesluit is genomen. In deze vergunning wordt onder meer bepaald voor welk tijdvak de vergunning geldt en binnen welke termijn de in de vergunning aangegeven activiteiten moeten worden verricht. Overigens moeten alle windparken voldoen aan de bepalingen in paragraaf § 7.2.3 van het Bal.

2.1.2 Nationaal Water Programma en Programma Noordzee 2022-2027

In het Nationaal Water Programma wordt de hoofdlijnen van het nationaal waterbeleid vastgelegd. Het Programma Noordzee 2022-2027 maakt integraal onderdeel uit van het Nationaal Waterprogramma 2022-2027. De samenhang in het waterbeleid waarop het Nationaal Waterprogramma inzet, geldt ten volle ook

voor het beheer en gebruik van de Noordzee. Met het Programma Noordzee 2022-2027 stelt het Rijk de kaders voor ruimtelijk gebruik van de Noordzee in relatie tot de toestand van het mariene ecosysteem en voor het beleid gericht op het verbeteren van de milieutoestand. De Omgevingswet (artikel 3.9, lid 2 onder e) vormt de grondslag voor het opstellen van een nationaal waterprogramma met de hoofdlijnen van het nationaal waterbeleid waar het Noordzeebeleid onderdeel van uitmaakt.

Een onderdeel van het Programma Noordzee is het aanwijzen van gebieden waar kavels voor windparken kunnen worden uitgegeven. Vanuit de EU is de CO₂-reductiedoelstelling voor 2030, mede op verzoek van ons land, verder aangescherpt tot 55 procent. Daarom zijn er extra windparken nodig voor 2030. Maar ook voor de periode daarna zal er meer windenergie op zee worden ontwikkeld. In een kamerbrief beschrijft het kabinet verder vooruit plannen te willen maken voor de windenergie op zee. Hierbij zal er gekeken worden naar circa 50 GW in 2040 en circa 70 GW in 2050⁸.

In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn (de buitengrenzen van) windenergiegebieden op zee aangewezen waar windparken gebouwd mogen worden (binnen nog uit te geven kavels). Om hierin een zorgvuldige afweging te kunnen maken wordt onderzoek gedaan naar onder andere:

- het effect van windparken op zee op de ecologie;
- de gevolgen voor interactie met scheepvaart;
- de mogelijkheden voor verplaatsing en/of medegebruik van militaire oefengebieden;
- de interactie met mijnbouwactiviteiten.

In het Programma Noordzee 2022-2027 worden niet alleen nieuwe windenergiegebieden aangewezen, zoals Nederwiek, maar ook enkele gebieden herbevestigd die eerder in het Nationaal Waterplan 2016-2021 zijn aangewezen (zie Figuur 2.1). Het Programma Noordzee 2022-2027 bevat tevens ruimtelijke kaders voor de inpassing van windparken op zee op diverse aspecten.

Het Programma Noordzee 2022-2027 geldt voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) en de niet-bestuurlijk ingedeelde territoriale zee. Ook geeft het programma invulling aan de vereisten van de Europese richtlijn Maritieme Ruimtelijke Planning. Het is daarmee tevens het door de EU vereiste Ruimtelijk Maritiem Plan. De ambitie van het beleidsdocument is het bereiken van een duurzaam en veilig gebruik van de Noordzee dat bijdraagt aan de maatschappelijke, economische en ecologische doelstellingen van Nederland. De opgave is om de juiste maatschappelijke balans te vinden om te kunnen komen tot een ruimtelijke ontwikkeling van de Noordzee die efficiënt en veilig is en past binnen de randvoorwaarden van een gezond ecosysteem. De concrete uitwerking van deze opgave gebeurt op basis van de voortzetting van bestaand beleid, en nieuw beleid. In het Programma Noordzee zijn ruimtelijke uitgangspunten, afwegingskaders en beleid geformuleerd voor de inpassing van windparken op zee.

⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/09/16/kamerbrief-windenergie-op-zee-2030-2050>

Figuur 2.1 Ligging aangewezen windenergiegebieden op zee – Nationaal Water Programma (Programma Noordzee)



2.1.3 Routekaart windenergie op zee

Op 7 december 2016 heeft het kabinet Rutte II de Energieagenda aan de Tweede Kamer aangeboden (Kamerstukken II, 2016/17, 31 510, nr. 64). Hierin kondigde het toenmalige kabinet een nieuwe routekaart voor windenergie op zee aan. Op 27 maart 2018 is door de (toenmalige) Minister van Economische Zaken

en Klimaat deze routekaart windenergie op zee aangeboden aan de Tweede Kamer (Kamerstukken II, 2017/18, 33 561, nr. 42). De belangrijkste uitgangspunten bij de routekaart windenergie op zee zijn:

- Doorgaan met de uitrol van gebieden verder op zee binnen de al in het Nationaal Waterplan aangewezen gebieden, in een gelijkmatig tempo van gemiddeld 1 GW per jaar.
- Het Rijk houdt de regie bij de ruimtelijke besluiten en voorbereidende onderzoeken en TenneT sluit de windparken aan.
- Doorgaan met kostprijsverlaging en stimuleren van innovatie en concurrentie. Streven is dat windparken op zee subsidievrij gerealiseerd worden.
- Verzilveren van verdienkansen en uitbreiden van de werkgelegenheid.
- Combineren met andere functies op de Noordzee waarmee synergie-effecten zijn te behalen, voor zover dit de kosten van windenergie op zee verder reduceert of de maatschappelijke kosten van de energietransitie beperkt. Het kan gaan om natuurontwikkeling, visserij, olie- en gaswinning, interconnectie en energieopslag.
- Voorbereiden op de mogelijkheden van grootschalige multinationale windparken en op internationale verbindingen op zee om deze windparken aan te sluiten, en eventueel de keuze voor nieuwe aan te wijzen windenergiegebieden.

De oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030 omvatte plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van ten minste 6,1 GW. Samen met de al bestaande windparken, en de plannen uit de routekaart 2023, zou daarmee circa 11 GW aan windvermogen op zee operationeel zijn in 2030. De aanvullende routekaart windenergie op zee voegt daar nog 10 GW aan toe, om in 2030 circa 21 GW aan gezamenlijk vermogen windenergie op zee te hebben⁹. Bij de aanvulling op de routekaart is ervoor gekozen om de kavels in het windenergiegebied Lageland niet te benutten. De belangrijkste reden hiervoor is dat dit gebied de komende jaren nog intensief gebruikt wordt voor de winning van gas en er, naast windenergie op zee, ook andere nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden die maken dat een efficiënte benutting van het gebied in de periode tot circa 2030 lastig is vorm te geven. De planning uit de aanvullende routekaart is geactualiseerd in een kamerbrief van 25 april 2024¹⁰. Deze geactualiseerde planning van de routekaart windenergie op zee staat in Tabel 2.1.

⁹ Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 is aan de Eerste Kamer gepresenteerd in een kamerbrief zie: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/06/10/aanvullende-routekaart-windenergie-op-zee-2030>

¹⁰ Geactualiseerde planning geraadpleegd via: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2024/04/25/update-aanvullende-routekaart-wind-op-zee>

Tabel 2.1 – Geactualiseerde routekaart Windenergie op Zee 2030 (april 2024)

1,0	In 2015 bestaande windparken	-	-
0,7	Borssele, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Borssele, kavels III, IV en V	Gerealiseerd in 2016	2021
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	Gerealiseerd in 2017	2023
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Gerealiseerd in 2019	2023
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Gerealiseerd in 2020	2023
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Gerealiseerd in 2022	2026 - 2027
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		2027
2,0	IJmuiden Ver, kavel Alpha	Gerealiseerd in 2024	Q3 2029
2,0	IJmuiden Ver, kavel Beta		Q4 2029
2,0	IJmuiden Ver, kavel Gamma	Q3 2025	Q2 2031
2,0	Nederwiek (zuid), kavel I		Q4 2030
2,0	Nederwiek (noord), kavel II	Q2 - Q4 2026	Q2 2032
2,0	Nederwiek (noord), kavel III		Q4 2031
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VIII	N.t.b. ¹¹	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	2027 ¹²	2033
2,0	Doordewind, kavel I	Q1 – Q2 2027	Q4 2032 ¹³

2.1.4 Noordzeeakkoord

Om stevig maatschappelijk eigenaarschap van de visie, ambitie en keuzes in het Noordzeebeleid voor de lange termijn te waarborgen, hebben het Rijk en de betrokken belangenorganisaties in 2020 onder onafhankelijk voorzitterschap het Akkoord voor de Noordzee gesloten. Dit Noordzeeakkoord brengt met afspraken over keuzes en beleid de strategische opgaven voor de energietransitie (uit het Klimaatakkoord), natuurherstel en een gezonde toekomst voor visserij op de Noordzee concreet en langdurig met elkaar in balans. Daarbij wordt rekening gehouden met andere gebruikers zoals zeevaart, defensie, recreatie en zandwinning. Het Akkoord voor de Noordzee vormt samen met de internationale beleidsontwikkelingen, de wettelijke kaders en de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) de basis voor de beleidsvoornemens die in het Programma Noordzee 2022-2027 zijn uitgewerkt, waaronder de realisatie van windenergie op zee.

¹¹ Hollandse Kust West kavel VIII zal naar verwachting na 2031 gerealiseerd worden.

¹² Voorlopige planning.

¹³ De aanlandingen van zowel Ten noorden van de Waddeneilanden kavel I als Doordewind kavel I worden onderzocht in PAWOZ. De verwachte oplevering van deze aanlandingen is daarom nog onzeker.

2.1.5 Overige nationale wetgeving

De Nederlandse wet geldt in beginsel in de Nederlandse territoriale zee (de 12-mijlszone). Buiten de Nederlandse territoriale zee zijn in de Exclusieve economische zone (EEZ) alleen de wetten van toepassing die voor die zone door de wetgever van kracht zijn verklaard. Dat zijn bijvoorbeeld de Wet windenergie op zee, de Omgevingswet en de Mijnbouwwet. Voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt dat deze geheel buiten de Nederlandse territoriale zee is gelegen, maar binnen de EEZ.

2.1.6 Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)

Ecologie is een belangrijk onderwerp in de belangenafweging bij het realiseren van windparken op zee. Volgens het Programma Noordzee moeten ruimtelijke besluiten, zoals kavelbesluiten, voor windenergie op zee worden beoordeeld aan de hand van het toetsingskader Ecologie en Cumulatie. Aan de hand van dat toetsingskader wordt beoordeeld of uitgesloten kan worden dat een windpark op zee afzonderlijk, of in cumulatie met andere windparken, onaanvaardbare effecten op de ecologie zal hebben. Dat toetsingskader wordt het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) genoemd. Het KEC is in 2021 (versie 4.0) op basis van de laatste inzichten herzien¹⁴.

In de Kamerbrief van juni 2022⁹ schrijft de Minister dat de grenzen van de ecologische kaders worden genaderd met het toenemende aantal windparken op de Noordzee. De conclusie in het KEC is dat voor de meeste beschermde soorten de effecten binnen de werknormen (Acceptable Level of Impact, of ALI) blijven die hiervoor in het KEC worden gehanteerd. Voor twee vogelsoorten (de jan-van-gent en de zilverbreeuw) kwam naar voren dat bij verdere uitrol van windenergie op zee, op basis van de huidige kennis en met inachtneming van het voorzorgsprincipe, de norm overschreden wordt waardoor de kans op een populatie-afname groter wordt. De definitieve toetsing van de te realiseren windparken in relatie tot de ecologische ruimte vindt plaats in onderhavig milieueffectrapportage. Het aspect stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden is niet in het KEC betrokken, maar wordt aanvullend behandeld in de passende beoordeling (zie Bijlage 8).

2.1.7 Netaansluiting door netbeheerder TenneT

Op grond van de Elektriciteitswet 1998 (Stb, 2016, 116.) is TenneT aangewezen als de beheerder van het net op zee voor het transport van met wind opgewekte elektriciteit naar het landelijke hoogspanningsnet. De kavel wordt door TenneT voorzien van een transformatorstation op zee en een aansluitverbinding met het hoogspanningsnet op het land. Dit net op zee is geen onderdeel van het kavelbesluit. Uiteraard worden de besluitvormingsprocessen voor de kavel en het net op zee wel zo goed als mogelijk op elkaar afgestemd.

2.2 Internationale wet- en regelgeving en beleid

Een aantal internationale afspraken en beleidskaders speelt op de achtergrond. Ze werken indirect door in dit MER in verschillende milieuaspecten. Hieronder zijn de belangrijkste genoemd.

¹⁴ Zie www.noordzeeloket.nl/functionies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch/documentenwozep-0/kader-ecologie/

2.2.1 Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening

Kaderrichtlijn Mariene Strategie

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht elke Europese lidstaat tot het vaststellen van een mariene strategie, welke is gericht op bescherming, behoud en herstel van het mariene milieu (een goede milieutoestand (GMT) van de Noordzee) waarbij tevens een duurzaam gebruik van de Noordzee wordt gegarandeerd.

De Nederlandse Mariene Strategie voor de Noordzee bestaat uit drie delen, die met tussenpozen van twee jaar zijn verschenen. Elk deel heeft een looptijd van zes jaar en wordt dan geactualiseerd.

1. Mariene Strategie deel 1 (2018-2024), een beschrijving van de huidige milieutoestand, de gewenste goede milieutoestand, milieudoelen, descriptoren en indicatoren.
2. Mariene Strategie deel 2 (2020-2026), dat het KRM-monitoringprogramma beschrijft en toelicht hoe Nederland dit uitvoert.
3. Mariene Strategie deel 3 (2022-2027), het Programma van maatregelen dat Nederland heeft opgesteld en uitvoert om de goede milieutoestand te behalen. Dit document is een bijlage bij het Programma Noordzee 2022-2027.

De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf kwalitatieve descriptoren. Per descriptor zijn er verschillende criteria beschreven ter beoordeling van de goede milieutoestand. In Bijlage 9 (KRM-toets) wordt per descriptor een toelichting gegeven en de eventuele invloed van de aanleg en exploitatie van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid).

Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening

Tevens in Europees verband vastgesteld, is de Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening (RICHTLIJN 2014/89/EU) welke het volgende bevat (artikel 9):

“Maritieme ruimtelijke planning zal bijdragen aan het doeltreffende beheer van maritieme activiteiten en het duurzame gebruik van de natuurlijke hulpbronnen van zeeën en kusten, door een kader te scheppen voor consistente, transparante, duurzame en wetenschappelijke besluitvorming. Om de doelstellingen te verwezenlijken moeten in deze richtlijn verplichtingen worden vastgelegd om een maritiem planningsproces op te stellen dat moet leiden tot een maritiem ruimtelijk plan of maritieme ruimtelijke plannen; in een dergelijk planningsproces moet rekening worden gehouden met de wisselwerkingen tussen land en zee, en moet de samenwerking tussen de lidstaten worden bevorderd. Onverminderd het bestaande acquis van de Unie op het vlak van energie, vervoer, visserij en milieu mogen met deze richtlijn geen nieuwe verplichtingen worden opgelegd, met name in verband met de concrete keuzen van de lidstaten over de manier waarop het sectorale beleid op deze gebieden wordt gevoerd, maar moet deze richtlijn er veeleer op gericht zijn via het planningsproces bij te dragen aan het nastreven van dit beleid.”

Op basis van eerder beschreven wetten, structuurvisies en overige beleidskaders kan worden verondersteld dat voldoende rekening is gehouden met deze richtlijn.

2.2.2 OSPAR-verdrag (1992)

Het OSPAR-verdrag¹⁵ vormt een overkoepelend juridisch kader voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijke deel van de Atlantische oceaan. Hieronder valt ook de Noordzee. Het OSPAR-verdrag heeft als belangrijkste doel het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu en het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten ten einde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en aangetaste zeegebieden te herstellen indien mogelijk.

Samen met 14 andere landen en de EU heeft Nederland dit verdrag ondertekend en is derhalve gebonden aan de bepalingen zoals opgenomen in het verdrag. Voor wat betreft de aanleg, exploitatie en verwijdering van windenergie op zee betreft dit de bepalingen in relatie tot het voorkomen van nadelige effecten van menselijk handelen.

Bijlage V van het verdrag bestrijkt alle mogelijke activiteiten die negatieve effecten op mariene ecosystemen en biodiversiteit kunnen hebben en voorziet in de mogelijkheid om deze (indien nodig) te reguleren, met uitzondering van visserij. Tevens bestaan er beperkingen voor de regulering van scheepvaart, waarvoor de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) de primaire verantwoordelijkheid draagt en slechts aanvullende maatregelen kunnen worden genomen binnen het OSPAR-verdrag.

De voornaamste maatregelen die zijn vastgesteld door de OSPAR-commissie in het kader van Bijlage V hebben betrekking op:

- het identificeren en beschermen van bedreigde of achteruitgaande soorten en habitats;
- het in kaart brengen van (potentieel) schadelijke activiteiten;
- het instellen van (een netwerk van) beschermde zeegebieden;
- het ontwikkelen van ecologische kwaliteitsdoelstellingen ter ondersteuning van de ecosysteembenadering.

Het verdrag hanteert de volgende criteria voor de vaststelling van menselijke activiteiten voor de toepassing van hetgeen gesteld in Bijlage V:

- de omvang, intensiteit en duur van de desbetreffende menselijke activiteit;
- feitelijke en mogelijke nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke soorten, leefgemeenschappen en habitats;
- feitelijke en potentiële nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke ecologische processen;
- onomkeerbaarheid of duurzaamheid van deze gevolgen.

2.2.3 ASCOBANS (1994)

Het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas) heeft als doel het beschermen van kleine walvisachtigen in de Noordzee en Oostzee. Initiatieven, zoals de aanleg van windparken, mogen niet tot verstoring van walvisachtigen leiden. Om het doel van ASCOBANS te verwezenlijken, zijn de partijen verplicht om binnen hun rechtsmacht en in overeenstemming met hun internationale verplichtingen de instandhoudings-,

¹⁵ De naam OSPAR komt van Oslo en Parijs omdat het verdrag twee eerdere internationale overeenkomsten verving namelijk het Oslo-verdrag en Parijs-verdrag.

onderzoek- en beheersmaatregelen uit te voeren die zijn opgenomen in de Bijlage van het verdrag. Hier betreft het voornamelijk het voldoen aan hetgeen gesteld is in artikel 1, onder c en d van de bijlage;

“(c) the effective regulation, to reduce the impact on the animals, of activities which seriously affect their food resources, and (d) the prevention of other significant disturbance, especially of an acoustic nature.”

2.2.4 Bats-agreement (1994)

De bats-agreement¹⁶ heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie¹⁷ dat als doel heeft (met name bedreigde) migrerende diersoorten te beschermen en te behouden. Uit het verdrag volgt dat lidstaten wordt aanbevolen om mitigerende maatregelen te nemen bij windparken ter bescherming van (migrerende) vleermuizen. In de kavelbesluiten wordt middels het voorschrijven van een mitigerende maatregel (stilstandvoorziening) en een monitorings- en evaluatieprogramma uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie, en meer specifiek de bats-agreement.

2.2.5 Wadden Sea Seals (1990)

Wadden Sea Seals¹⁸ heeft als doel om door samenwerking een gunstige staat van instandhouding van de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) te bereiken en te behouden in de Noordzee. De overeenkomst vloeit voort uit de Bonn-conventie¹⁷. In de kavelbesluiten wordt middels het voorschrijven van een geluidsnorm voor onderwatergeluid en een monitorings- en evaluatieprogramma uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie en meer specifiek Wadden Sea Seals.

¹⁶ Agreement on the Conservation of Populations of European Bats

¹⁷ Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals

¹⁸ Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea

3 Locatiekeuze

3.1 Locatiekeuze Nederwiek

In het Programma Noordzee 2022 - 2027 zijn nieuwe windenergiegebieden aangewezen. Daarbij zijn alleen de contouren van de gebieden aangegeven en zijn de kavels nog niet vastgelegd. Nederwiek is een van de nieuw aangewezen windenergiegebieden.

Het Programma Noordzee 2022-2027, dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma 2022-2027, vult de ruimtelijke planning van windenergie op zee voor de periode 2022-2027, met een doorkijk naar de lange termijn, in. Windenergiegebieden waarin al windparken zijn gerealiseerd of gepland, of waarin al sprake is van (ontwerp)kavelbesluiten, of waarin volgens de vastgestelde Routekaart windenergie op zee 2030 kavelbesluiten zijn gepland, blijven windenergiegebied. De gebieden IJmuiden Ver (noord) en het zuidelijk deel van Hollandse Kust (west) worden herbevestigd als aangewezen windenergiegebied. Daarnaast zijn de begrenzing van vastgestelde windenergiegebieden aangepast. Tenslotte zijn er ook nieuwe windenergiegebieden aangewezen, namelijk Nederwiek, Lageland en Doordewind (zie Figuur 2.1).

Bij het invullen van de doelstelling en de benodigde versnellingsopgave voor 2030 speelt windenergie op zee een belangrijke rol. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave¹⁹ is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO₂-reductie te kunnen behalen. Hiertoe is onderzocht wat nodig is voor het invullen van de resterende opgave van de 49%-doelstelling (0,7GW) in de bestaande windenergiegebieden en het vinden van ruimte voor de versnellingsopgave (55% EU-doelstelling) tot 2030.

Uit het planMER voor de aanvulling op het Programma Noordzee blijkt dat de circa 11 GW in de nieuw aangewezen en deels herbevestigde windenergiegebieden in zijn geheel nodig is om de 55% EU-doelstelling te kunnen halen. In Figuur 2.1 zijn deze gebieden in oranje aangegeven.

In (het planMER bij) het Programma Noordzee 2022-2027 is nagegaan of windenergiegebied Nederwiek (zuid) geschikt is voor de realisatie van windenergie. Daarbij zijn de effecten van windenergie in Nederwiek (zuid) op hoofdlijnen onderzocht voor wat betreft de aspecten ecologie, scheepvaart, visserij en mijnbouw. In het planMER is tevens gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden. Hieruit volgt dat het gebied niet minder geschikt is dan de overige aangewezen gebieden. Negatieve effecten zijn in algemene zin vergelijkbaar en er is bij de afbakening van het gebied reeds rekening gehouden met allerlei aspecten, zoals afstand tot scheepvaartroutes en ligging buiten Natura 2000-gebied.

Voor Nederwiek (zuid) is dus reeds een plan-m.e.r. doorlopen (in het kader van het Programma Noordzee 2022-2027). Daarmee is een locatieafweging van Nederwiek (zuid) gedaan en niet opnieuw benodigd. Daarnaast zijn alle aangewezen windenergiegebieden nodig voor het behalen van de doelstellingen, zo ook Nederwiek (zuid).

¹⁹ Advies Stuurgroep Extra Opgave, kamerstukken II 2020-21, 32 813, nr. 683.

3.2 Ligging en beschrijving van windenergiegebied Nederwiek (zuid)

Het aangewezen windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 95-100 kilometer van de kust (circa 51-54 nautische mijl). Nederwiek bestaat uit een noordelijk en zuidelijk deel, van elkaar gescheiden door een (beoogde) clearway voor de scheepvaart. Het volledige windenergiegebied Nederwiek (zuid en noord) heeft een oppervlakte van in totaal 600 km².

Kavel I is de enige kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid)²⁰. Het windenergiegebied Nederwiek (zuid) heeft een oppervlakte van ca. 273 km². De beoogde kavel heeft een (netto) oppervlakte van circa 156 km².

De waterdiepte in Nederwiek (zuid) varieert tussen –34,0 en –24,8 meter ten opzichte van het Laagste Astronomische Getij (LAT) en is gemiddeld –28,5 meter LAT. In het gebied komen meerdere noord-zuid georiënteerde zandbanken voor die in het grootste deel van Nederwiek (zuid) bedekt zijn door zandgolven. Alleen in het uiterste noorden komen geen zandgolven voor.

De ondergrond van Nederwiek (zuid) bestaat voornamelijk uit zand, maar er komen ook uitgestrekte klei- en veenlagen voor. De opbouw is complex en over korte afstanden kunnen grote verschillen in bodemopbouw optreden. Dit komt onder meer door de aanwezigheid van verschillende generaties geulopvullingen en door glaciale tunneldalen uit het Elsterien. In deze tunneldalen kunnen kleilagen voorkomen van tientallen meters dik. Op basis van het geologische bureauonderzoek zijn er geen zwaarwegende geologische beperkingen gevonden voor de ontwikkeling van windenergiegebied Nederwiek (zuid).²¹

Het windenergiegebied Nederwiek (zuid) wordt in het oosten door scheepvaartroutes begrensd. In het zuidwesten grenst Nederwiek (zuid) aan de EEZ van het Verenigd Koninkrijk (VK), waar ook windparken worden gerealiseerd (Norfolk Boreas). In het noorden wordt windenergiegebied Nederwiek (zuid) begrensd door een in het Programma Noordzee 2022-2027 aangekondigde clearway (zie Figuur 3.1). Deze clearway biedt een veilige doorvaart voor de scheepvaart tussen het noordelijke en zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek. Het gaat dan om de verbinding met Newcastle in het Verenigd Koninkrijk en meer in het algemeen de verbinding van drukke scheepvaartroutes met de havens van IJmuiden en Amsterdam. In de beoogde clearway en ten noorden van Nederwiek (zuid) is het gasplatform K13-A gelegen.

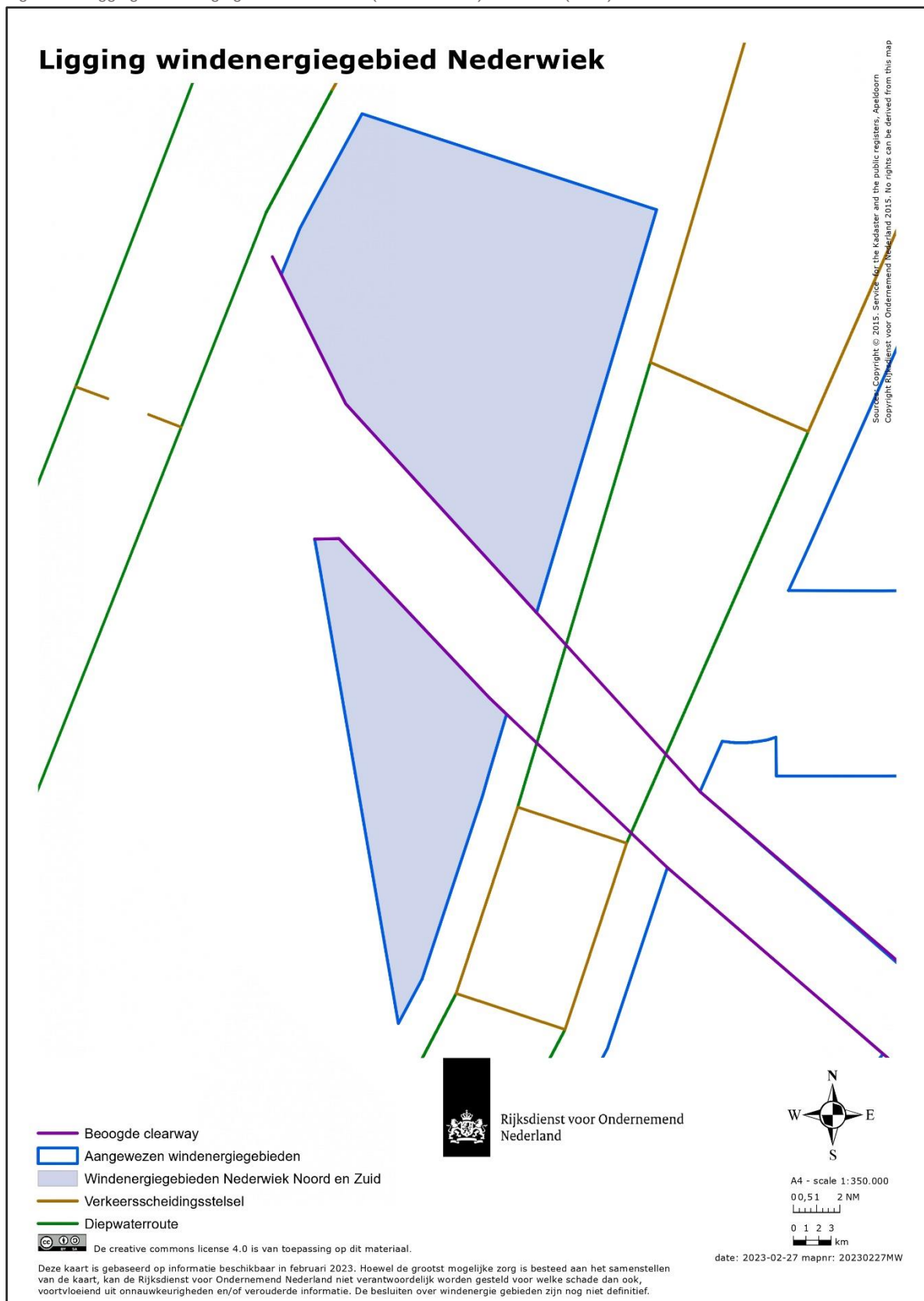
Door Nederwiek (zuid) ligt ook een doorvaartpassage waar doorvaart wordt toegestaan door een windenergiegebied voor schepen met een lengte tot 46 meter. Deze doorvaartpassage wordt ingericht als een tweerichtingsverkeersstelsel waar scheepvaart het windenergiegebied kan passeren²².

²⁰ De beoogde kavels II en III zullen worden aangewezen in Nederwiek (noord). Net als in het windenergiegebied IJmuiden Ver worden de kavels doorgenummerd.

²¹ TNO, in opdracht van RvO.nl, 2023, Geological Desk Study for Nederwiek Wind Farm Zone, ref. 060.54249, geraadpleegd via: <https://offshorewind.rvo.nl/cms/view/9a29f764-31f1-4bbb-9ee5-03aee69f643a/soil-nederwiek>

²² Programma Noordzee 2022-2027

Figuur 3.1 Ligging windenergiegebied Nederwiek (noord en zuid) en kavel I (bruto)

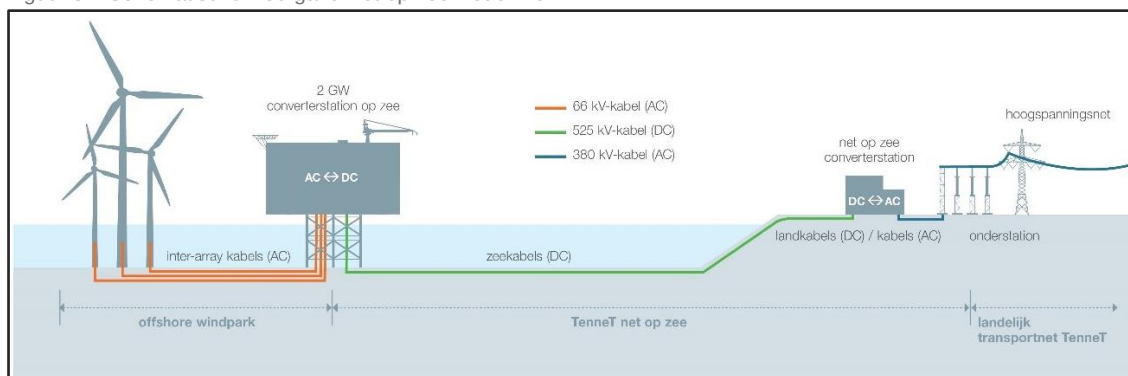


3.2.1 Net op zee Nederwiek 1

Het uitgangspunt is om ruimte te bieden aan een opgesteld vermogen van maximaal 2.300 MW. Voor de gelijkstroomplatform van Net op zee Nederwiek 1 is het maximaal in te voeden vermogen gelijk aan de gegarandeerde transportcapaciteit, te weten 2 GW per platform. Wel is het mogelijk om door middel van overplanting bij lagere windsnelheden meer elektriciteit te produceren en te transporteren, zolang de geproduceerde hoeveelheid elektriciteit niet groter is dan de gegarandeerde transportcapaciteit (van 2 GW). Vandaar dat er in dit MER wordt uitgegaan van een maximaal opgesteld vermogen, overplanting 15%, van 2.300 MW. Deze 15% overplanting is een consensus dat bereikt is tijdens een consultatie tussen TenneT en windparkontwikkelaars. Dus er kan in het kader van overplanting wel 2.300 MW worden aangesloten op het platform maar er kan nooit meer dan 2.000 MW worden getransporteerd.

In Figuur 3.2 is het systeem van Net op zee Nederwiek 1 schematisch weergegeven. Het Net op zee Nederwiek 1 bestaat uit een platform op zee met een verbinding van vier kabels onder de zeebodem naar de kust. Dit zijn de pluspoolkabel (+525kV), minpoolkabel (-525kV), metallic return (back up kabel) en een glasvezelkabel. Vervolgens worden de landkabels via een converterstation op een bestaand hoogspanningsstation aangesloten. Het Net op zee Nederwiek 1 zal worden aangesloten op een hoogspanningsstation in Borsele. Net op zee Nederwiek 1 maakt geen onderdeel uit van het voorliggende MER. Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor het Net op zee Nederwiek 1, is een MER opgesteld en wordt de rijkscoördinatieregeling doorlopen²³.

Figuur 3.2 Schematische weergave Net op zee Nederwiek 1



Het MER voor het Net op zee Nederwiek 1 heeft ter inzage gelegen van 24 november 2023 tot en met donderdag 4 januari 2024. Op 10 mei 2024 zijn de definitieve besluiten ter inzage gelegd. Net op zee Nederwiek 1 zal het windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) met een gelijkstroomverbinding aansluiten op het hoogspanningsnet op land. De (toenmalige) Minister van Klimaat en Energie heeft de besluiten genomen voor het inpassingsplan en de vergunningen voor het Net op zee Nederwiek 1. Op 21 juni 2024 liep de beroepstermijn af voor de op 10 mei 2024 ter inzage gelegde definitieve besluiten. De Raad van State zal op een later tijdstip uitspraak over een ingediend beroep doen.

²³ Zie voor informatie Net op zee Nederwiek 1: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/noz-nederwiek-1>

3.2.2 Verkaveling windenergiegebied Nederwiek (zuid)

De grenzen van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn vastgelegd in het voorbereidingsbesluit² op grond van artikel 9 van de Wwoz. Binnen het windenergiegebied Nederwiek (zuid) is ruimte voor één kavel van circa 2 GW. Voor deze kavel, genaamd 'kavel I', staat de vergunningverleningsprocedure gepland in het tweede kwartaal van 2025 (zie Tabel 2.1). Het uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is het zoveel mogelijk combineren van het gebruik van de schaarse ruimte op de Noordzee met betrekkelijk compacte kavels van circa 10 MW/km².

De indeling van kavel I wordt ontworpen in samenhang met Net op zee Nederwiek 1. Daarbij worden in eerste instantie belemmeringen voor de plaatsing van windturbines in kaart gebracht. In Figuur 3.3 tot en met Figuur 3.6 is het windenergiegebied Nederwiek (zuid) weergegeven met de aanwezige belemmeringen zoals die zijn opgenomen in de NRD. Vervolgens wordt op basis van een zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen de mogelijke turbineposities en het platform (inter-array-kabels) gekomen tot een kavelindeling.

Bij de verkaveling worden diverse kaders en richtlijnen gehanteerd. In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn bijvoorbeeld het 'Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken' en het 'Ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken' opgenomen. Ook zijn onderzoeken verricht naar de effecten van zogturbulentie van windturbines op de vliegveiligheid²⁴ en naar de helikopterbereikbaarheid van (mijnbouw)platforms.²⁵ Met de resultaten van deze onderzoeken wordt rekening gehouden bij het vaststellen van de uiteindelijke grenzen van de kavels.

Naast de beoogde clearway die windenergiegebied Nederwiek splitst in een noordelijk en zuidelijk deel, wordt daarnaast een doorvaartpassage door Nederwiek (zuid) voorzien voor kleinere schepen (tot een lengte van 46 meter). De doorvaartpassage door windenergiegebied Nederwiek (zuid) is benodigd voor de scheiding tussen route gebonden en niet-route gebonden scheepvaart zoals de recreatievaart. De route gebonden scheepvaart zal gebruik maken van de clearway tussen Nederwiek (zuid) en Nederwiek (noord). De doorvaartpassage loopt door Nederwiek (zuid) en is circa 10.000 meter lang en 950 meter breed. Aan beide zijden wordt een ruimtelijke marge aangehouden van circa 150 meter ten opzichte van de turbineposities ter bescherming van de objecten in het windenergiegebied en is verboden gebied voor de scheepvaart. De doorvaartpassage is hiermee dus 1250 meter breed. De exacte ligging is nog onderwerp van afstemming met Britse stakeholders, gelet op de ontwikkeling van het windpark Norfolk Boreas aan de Britse zijde van de grens.

Ten noorden van kavel I ligt het uitgeproduceerde gasveld K13-A. Het ter plaatse nog aanwezige platform K13-A produceert zelf geen gas meer maar behandelt gas dat afkomstig is van gasvelden elders. Dit platform heeft een helideck. In de kavel liggen voorts de onontwikkelde gasvelden K16-5 en P01-FB. Er zijn geen vigerende winnings- en/of opsporingsvergunningen voor olie en gas. Wel zijn er in het verleden boringen gedaan. Alle boorgaten zijn permanent afgesloten.

²⁴ NLR, in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdracht van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

²⁵ Helicopter bereikbaarheid "Hollandse Kust (west)", "IJmuiden Ver" en "Ten noorden van de Waddeneilanden", te vinden op de website RvO.nl.

Kavel I overlapt met de Helicopter Traffic Zone (HTZ) van platform K13-A. Een HTZ is een zone van (in beginsel) 5 nautische mijl (circa 9.300 meter) rondom een boor- of productieplatform met als doel om op lage hoogte tot maximaal 2.000 voet (circa 609 meter) veilig manoeuvres te kunnen uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek van een helikopter. Een HTZ wordt ingesteld ter verhoging van het vliegveiligheidsbewustzijn van de piloot en dient ter bescherming van het luchtverkeer onderling. Kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) wordt voorts doorkruist door twee helikopter main routes (HMR's), te weten KY645 en KY646 (zie Figuur 3.5). Een HMR is een luchtverkeersroute waar civiele helikopters opereren op een geregelde basis, voornamelijk van en naar olie- en gasplatforms.

Diverse actieve en verlaten kabels en leidingen kruisen kavel I (zie Tabel 3.1 voor een overzicht). In de verkaveling is rekening gehouden met onderhoudszones rond de leidingen en kabels die naar verwachting nog in gebruik zijn als het windpark wordt gebouwd. Het gaat hierbij om de kabels en leidingen die een actieve of toekomstige status hebben in Tabel 3.1. Hierbij wordt een onderhoudszone van 500 meter aangehouden aan weerszijde van de kabel of leiding. In Figuur 3.3 zijn de kabels en leidingen en diens onderhoudszone weergegeven op kaart.

Tabel 3.1 Telecom- en elektrakabels & buis- en pijpleidingen die kavel I doorkruisen

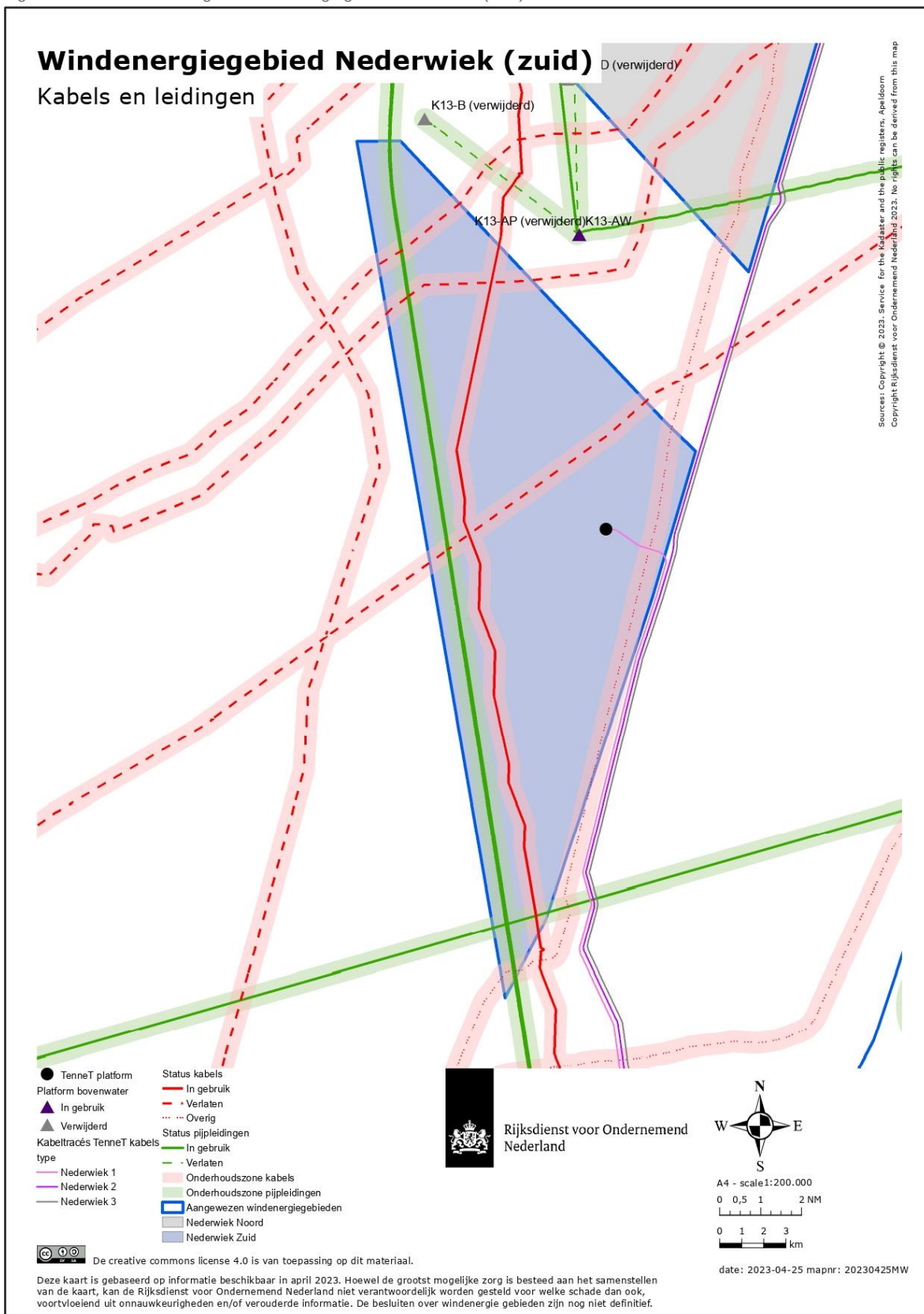
Naam	Soort	Status
Statoil ASA/Franpipe	Gas	Actief
Pijpleiding BBL	Gas	Actief
SEA-WE 3	Glasvezel	Actief
UK-Germany 3	Glasvezel	Verlaten
UK-DK 3	Glasvezel	Verlaten
Winterton-Borkum	Glasvezel	Verlaten
Neuconnect (westelijk deel)	Koper	Toekomstig
Net op zee Nederwiek 1	Koper	Toekomstig

Het TenneT-platform van Net op zee Nederwiek 1 wordt geplaatst aan de oostkant van kavel I. Met de komst van een helideck op TenneT-platform is rekening gehouden met de kavelbegrenzing. Dit is mede in overleg met TenneT gedaan om de helikopterbereikbaarheid van het platform te waarborgen.

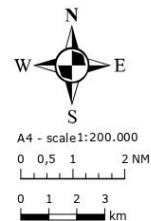
De kortste afstand tussen de beoogde kavel I en de noordelijke begrenzing van het Natura 2000-gebied Bruine Bank is circa 15 kilometer (zie Figuur 3.6). In de Bruine Bank gelden instandhoudingsdoelen voor een aantal vogelsoorten. De overige in de Nederlandse Noordzee aangewezen gebieden Noordzeekustzone, Friese Front, Voordelta, Doggersbank, Vlakte van de Raan en Klaverbank liggen op respectievelijk ca. 100, 85, 115, 125, 150 en 80 kilometer afstand. De Waddenzee, en de verschillende beschermde duingebieden op de Waddeneilanden zijn gelegen binnen een afstand van circa 95 kilometer.²⁶

26 In het Programma Noordzee is bepaald dat voor 2025 onafhankelijk wordt onderzocht of de Hollandse Kust, de Vlakte van de Raan, de Borkumse Stenen, de Klaverbank, de Doggersbank en de Centrale Oestergronden voldoen aan de selectiecriteria voor aanwijzing als Vogelrichtlijngebieden.

Figuur 3.3 Kabels en leidingen in windenergiegebied Nederwiek (zuid)

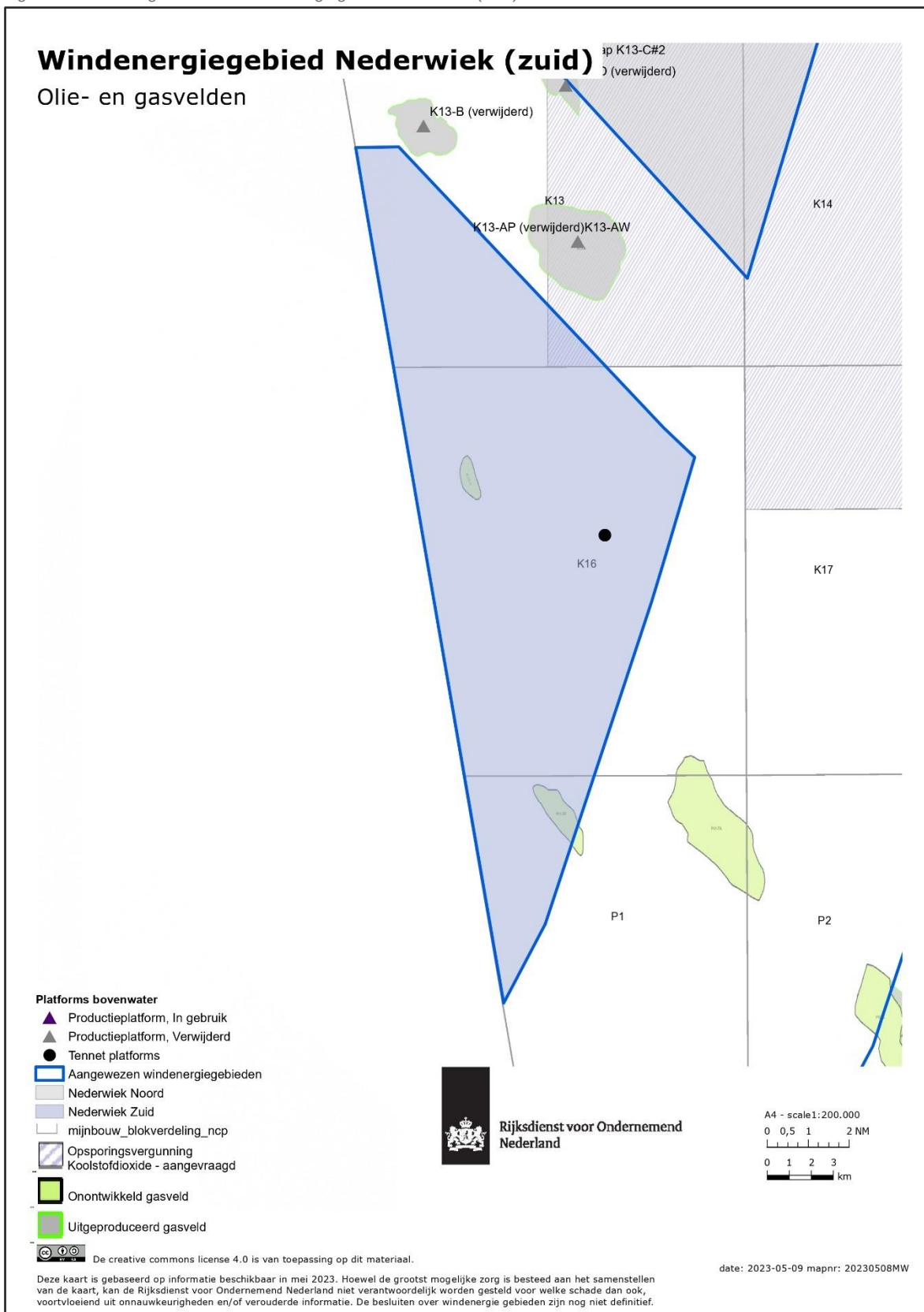


Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

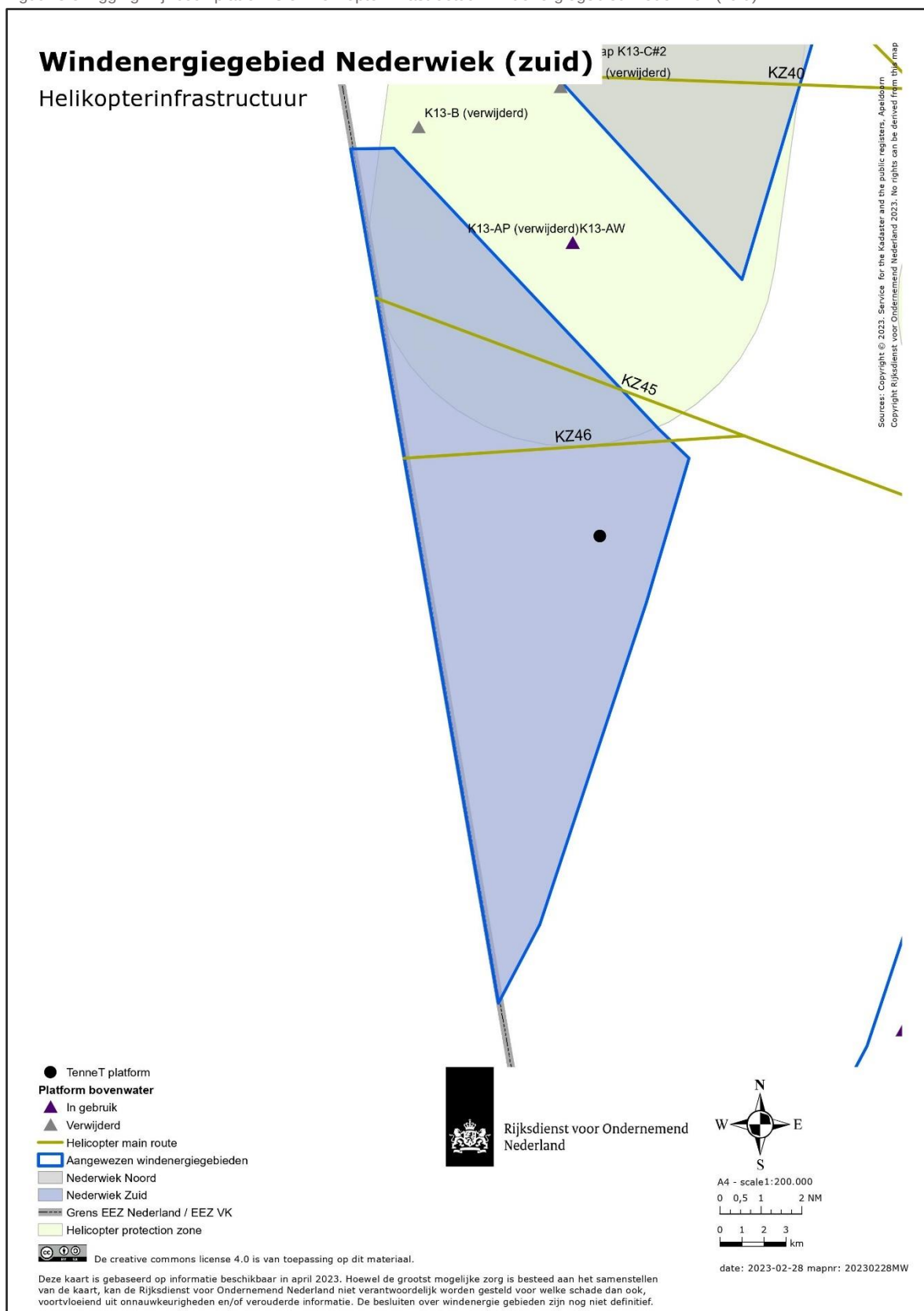


date: 2023-04-25 mapnr: 20230425MW

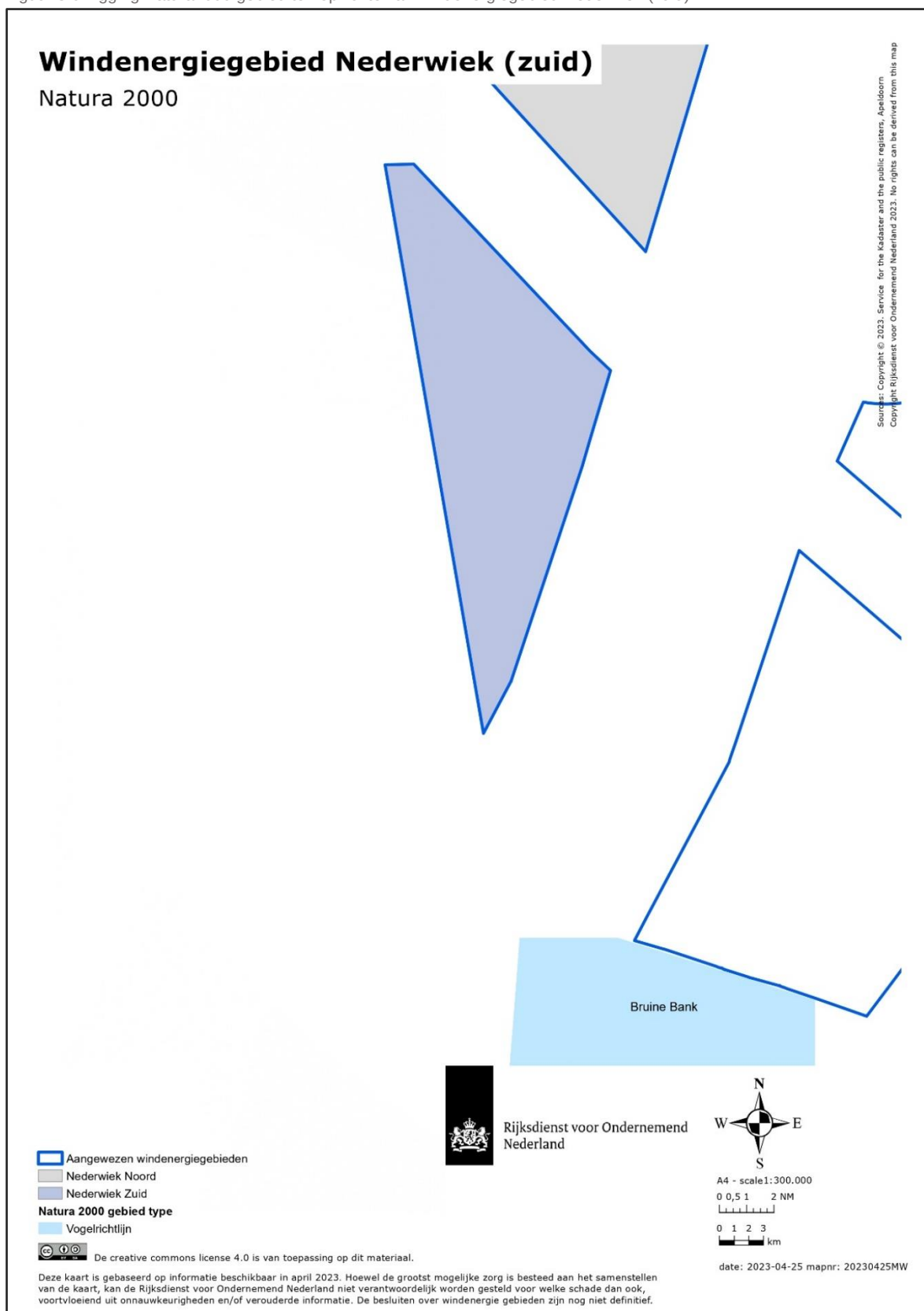
Figuur 3.4 Olie- en gasvelden in windenergiegebied Nederwiek (zuid)



Figuur 3.5 Ligging mijnbouwplatforms en helikopterinfrastructuur windenergiegebied Nederwiek (zuid)



Figuur 3.6 Ligging Natura2000 gebied ten opzichte van windenergiegebied Nederwiek (zuid)

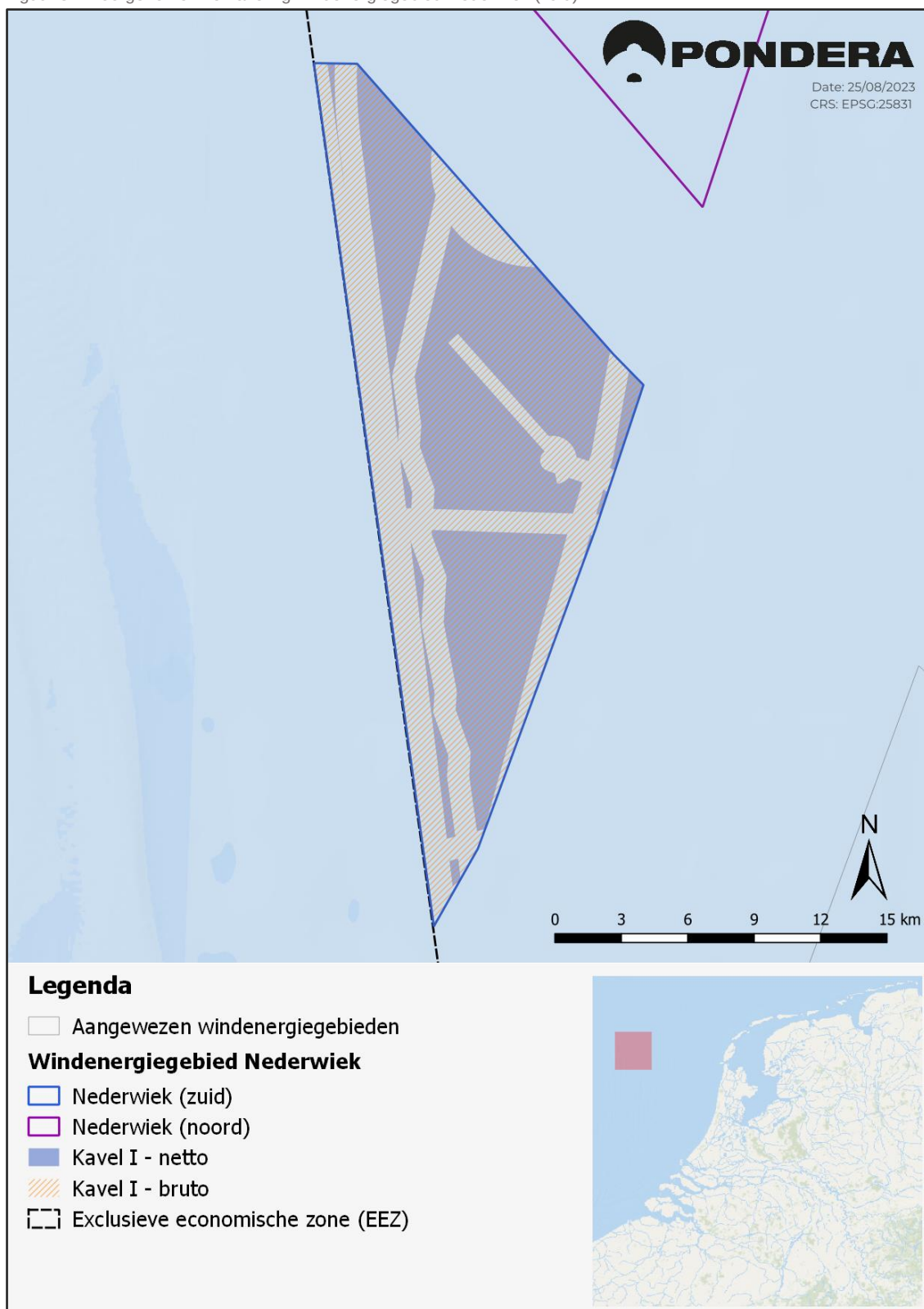


3.2.3 Voorgenomen kavelgrenzen windenergiegebied Nederwiek (zuid)

Figuur 3.7 laat de voorgenomen kavelgrenzen van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zien inclusief oppervlaktes. In deze voorgenomen verkaveling is in samenspraak met het bevoegd gezag en TenneT afgeweken van de verkaveling als gepresenteerd in de NRD om aanvullende ruimte te reserveren voor het veilig kunnen bereiken van het TenneT-platform per helikopter. Vanwege deze reservering en beoogde reserveringen voor andere infrastructuur resteert een netto beschikbare ruimte van ca. 156 km².

Alternatieve verkavelingen buiten Nederwiek (zuid) worden in het MER niet onderzocht. Wel kunnen in het MER verkavelingsvarianten binnen windenergiegebied Nederwiek (zuid) worden onderzocht. Het is daarom van belang dat in het MER het gehele windenergiegebied Nederwiek (zuid) wordt onderzocht en niet enkel de voorgestelde verkaveling als weergegeven in Figuur 3.7. Het milieueffectonderzoek betreft daarmee de volledige ruimte binnen de begrenzing van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) zoals bepaald in het voorbereidingsbesluit².

Figuur 3.7 Voorgenomen verkaveling windenergiegebied Nederwiek (zuid)



4 Aanpak effectbeoordeling

4.1 Inleiding bandbreedte-benadering

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van elektriciteit met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit (zie Kader 4.1). In dit MER zijn alternatieven voor kavel I met één windpark onderzocht. De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen kavel I.

Kavel I binnen het windenergiegebied Nederwiek (zuid) wordt aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. In dit hoofdstuk wordt deze bandbreedte beschreven in paragraaf 4.2. Paragraaf 4.3 geeft een overzicht van welke aspecten beoordeeld worden en in paragraaf 4.5 wordt ingegaan op de wijze waarop in het MER de beoordeling van de mogelijke effecten plaatsvindt. Paragraaf 4.6 gaat tot slot in op mitigerende maatregelen. In Kader 4.1 staat kort een uitleg van de bandbreedte-benadering en de te beschouwen alternatieven.

Kader 4.1 Bandbreedte en alternatieven

Bandbreedte

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbintypes en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een vooraf bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft binnen de bandbreedte de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die het kavelbesluit mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. 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 van de bandbreedte wat betreft de effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen binnen de bandbreedte mogelijk.

Alternatieven

De worst-case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere worst-case situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de worst-case situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder-/bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee wordt voorkomen dat alleen een worst-case situatie in beeld wordt gebracht en worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

4.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven

4.2.1 Bandbreedte

Om de bandbreedte in opstellingsmogelijkheden te onderzoeken is het enerzijds nodig om na te gaan welke effecten nog toelaatbaar zijn in een worst-case situatie en deze worst-case situatie te beschrijven (zie Kader 4.1). Anderzijds is het van belang te weten welke wensen in de energiesector bestaan ten aanzien van turbinegrootte, aantal turbines en funderingswijze.

Als uitgangspunt voor het bepalen van de bandbreedte is verder aangehouden dat het moet gaan om opties die redelijkerwijs (technisch) realiseerbaar zijn binnen de termijnen verbonden aan de uit te geven kavel.

Onderstaand wordt kort ingegaan op de turbines, de funderingen en de elektrische infrastructuur. Uitwerking vindt plaats in Bijlage 2, waarin meer gedetailleerd wordt ingegaan op afmetingen en funderingen van turbines en details als aanlegmethoden etc.

Turbines

Het is de trend om naar steeds grotere turbines te gaan bij de realisatie van windparken op zee. Echter, vanuit oogpunt van kosten en risico's is het de vraag of de allergrootste turbines, die nu alleen nog op de tekentafel bestaan, daadwerkelijk in de kavel gebouwd zullen worden.

In het KEC 4.0 is aangegeven dat om de cumulatieve effecten binnen acceptabele grenzen te houden, inzet van mitigerende maatregelen nodig is. Hiervoor zijn verschillende scenario's doorgerekend, waarbij de minimale omvang van de turbines (en daarmee het aantal op te richten turbines) is gevarieerd over de verschillende windenergiegebieden. Uit de voorgaande analyses bleek dat met name enkele vogelsoorten effecten ondervinden. Om de effecten niet de PBR-waarde (Potential Biological Removal) te laten overschrijden is in voorgaande kavelbesluiten een mitigerende maatregel ingezet waarbij de ondergrens van de bandbreedte van de turbinegrootte steeds verder is opgerekt: van (minimaal) 4 MW voor kavels I-II Borssele, naar 6 MW voor kavels III-V Borssele en kavels I-IV Hollandse Kust (zuid), 8 MW voor kavel V Hollandse Kust (noord), 14 MW voor kavels VI en VII Hollandse Kust (west) en 15 MW voor de kavels Alpha, Beta en Gamma IJmuiden Ver.

Bij het bepalen van de turbineafmetingen is uitgegaan van de trend die leidt naar turbines met relatief grotere rotoren en een toename van het aantal megawatt opgesteld vermogen per turbine. Uitgaande van een ondergrens van 15 MW, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in Tabel 4.1. Deze tabel is in de basis afkomstig van ECN²⁷ (nu onderdeel van TNO) en geeft de benodigde rotordiameter bij verschillende vermogensdichtheden van de windturbinerotoren (in Watt per m² rotoroppervlak) en opgestelde vermogens. Dit is in dit MER gebruikt om de rotordiameter te bepalen van turbines met een bepaald vermogen. Rotordiameters die buiten de bandbreedte van dit MER vallen, zijn in het donker grijs weergegeven.

²⁷ ECN (2018). Optimal wind farm power density analysis for future offshore wind farms

De minimale afstand waarop de turbines gepositioneerd worden is aangenomen op minimaal 4 maal de rotordiameter, de maximale afstand bestaat uit de afstand die aangehouden wordt als de kavel wordt opgevuld met turbines. Indien de kavel niet homogeen wordt ingevuld met turbines, kunnen tussen sommige turbines grotere afstanden ontstaan.

Tabel 4.1 Rotordiameters van turbines bij een gegeven vermogen en rotor vermogensdichtheid.

Opgesteld vermogen (MW)	15 MW	16 MW	17 MW	18 MW	19 MW	20 MW
Vermogensdichtheid rotoroppervlak (W/m ²)						
250	276	285	294	303	311	319
260	271	280	289	297	305	313
270	266	275	283	291	299	307
280	261	270	278	286	294	302
290	257	265	273	281	289	296
300	252	261	269	276	284	291
310	248	256	264	272	279	287
320	244	252	260	268	275	282
330	241	248	256	264	271	278
340	237	245	252	260	267	274
350	234	241	249	256	263	270
360	230	238	245	252	259	266
370	227	235	242	249	256	262
380	224	232	239	246	252	259
390	221	229	236	242	249	256
400	219	226	233	239	246	252
410	216	223	230	236	243	249
420	213	220	227	234	240	246
430	211	218	224	231	237	243
440	208	215	222	228	234	241
450	206	213	219	226	232	238
460	204	210	217	223	229	235
470	202	208	215	221	227	233
480	199	206	212	219	224	230
490	197	204	210	216	222	228
500	195	202	208	214	220	226
510	194	200	206	212	218	223
520	192	198	204	210	216	221

Funderingen

Turbines worden aangelegd met behulp van een monopile, jacket, tripod, gravity based structure, suction bucket of drijvende fundering. De aanlegwijze kan per funderingstype verschillen. Daarom zijn intrillen, heien, boren en suction (bij een suction bucket fundering) beschouwd. Afhankelijk van bodemopbouw, diepte, grootte van de turbine en kostenoverwegingen wordt gekozen voor een bepaalde fundering. De aanleg van de funderingen gaat gepaard met milieueffecten, bijvoorbeeld in de vorm van onderwatergeluid

door het heien van palen. Om de range aan mogelijke effecten te onderzoeken zijn alle nu gangbare vormen van funderingen beschouwd. Uitgangspunt is dat elke wijze van funderen moet voldoen aan de geluidnorm in Tabel 4.2.

Elektrische infrastructuur

De inter-array bekabeling, de kabels binnen het windpark tussen de turbines en het nabijgelegen TenneT-platform van TenneT, wordt uitgevoerd op een spanningsniveau van 66 kV. Hierbij worden meerdere windturbines aangesloten op één kabel en lopen er meerdere van deze kabels door het windpark naar het platform. Het aantal windturbines dat op één kabel aangesloten kan worden, is afhankelijk van het vermogen van de windturbines. Het vermogen van de windturbines neemt al jaren toe en de verwachting is ook dat dit blijft toenemen. Als gevolg hiervan kunnen er minder windturbines op één kabel aangesloten worden.

Het is gebruikelijk om inter-array-kabels in windparken in te graven en op één meter diepte te houden om beschadiging te voorkomen. De mogelijke effecten van het ingraven en het op diepte houden van de inter-array-kabels worden in het MER onderzocht.

Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel, die onderzocht wordt in het MER, is in Tabel 4.2 weergegeven. In de eerste kolom van de tabel zijn de variabelen weergegeven. Het gaat dan om bijvoorbeeld de rotordiameter van individuele windturbines. In de kolom daarnaast is aangegeven welke bandbreedte in het MER wordt onderzocht, bijvoorbeeld een rotordiameter per turbine van minimaal 236 meter en maximaal 280 meter²⁸. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek, verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren, de uitkomst van de MER'en en passende beoordelingen voor de kavels in de windenergiegebieden Hollandse Kust en het KEC 4.0.

²⁸ In de NRD wordt gesproken van een maximale tiphoogte van 1000 voet dat overeenkomt met 304,8 meter. Deze 304,8 meter wordt in dit MER afgerond naar 305 meter. Er wordt in dit MER van een worst-case (maximale) tiphoogte van 305 meter uitgegaan voor de te onderzoeken milieueffecten. Met een minimum tiplaahtte van 25 meter volgt daarmee een maximale rotor van $305 - 25 = 280$ meter. Conform tabel 4.1 is een dergelijke maximum rotordiameter passend voor een 20 MW turbine.

Tabel 4.2 Bandbreedte MER

Totaal opgesteld vermogen kavel	2,0 – 2,3 GW
Maximaal aantal turbines	153
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter ²⁸
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Maximaal rotoroppervlak ²⁹	7.081.150 m ²
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4 maal de rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2, 3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket, drijvende fundering
Maximaal geluidniveau in geval van heien van fundering (impuls geluid)	Uitgangspunt: 160 dB re 1 µPa2s SELss (op 750 meter van de geluidsbron) Vanwege mogelijke knelpunten bij de uitvoering wordt ook 164 dB re 1 µPa2s SELss (op 750 meter van de geluidsbron) onderzocht
Maximaal geluidniveau in geval van andere funderingstechniek dan heien (continu geluid)	Uitgangspunt: voor continu geluid een vergelijkbaar beschermingsniveau voor bruinvissen als voor heigeluid met een geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s SELss (op 750 meter van de geluidsbron)
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 11,5 tot 15 meter in diameter
Multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 4 palen van 3 - 5 meter in diameter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot 50 meter in diameter
Suction Bucket	Tot 30 meter in diameter
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 meter diepte en op diepte gehouden

Uitgangspunt in het MER zijn opstellingen van turbines die voor de lay-out van het park en de toegepaste turbines realistisch zijn. Hiermee wordt bedoeld dat niet alle mogelijke combinaties uit de tabel (bijvoorbeeld van vermogen en rotordiameter) onderzocht worden maar alleen combinaties die logisch zijn. Een opstelling met een turbine met een laag vermogen in combinatie met een zeer grote rotor kan bijvoorbeeld buiten beschouwing blijven.

Niet alle parameters uit de tabel zijn even belangrijk wat betreft de te verwachten milieueffecten, en behoeven naar verwachting dan ook niet allemaal vastgelegd te worden in de uiteindelijk uit te geven bandbreedte. Bepalend voor de effectbepaling in het MER zijn met name:

²⁹ Maximale rotoroppervlakte is gebaseerd op 115 turbines met rotordiameter van 280 m

- het aantal windturbines;
- de diameter van de rotor van de windturbines;
- het type fundering en het geluidsniveau van aanleg, en
- de tiphoogte en tiplaagte van de windturbines.

Wanneer turbines een groter vermogen dan 15 MW hebben, maar qua maatvoering (tiphoogte, tiplaagte en rotordiameter) passen binnen de bandbreedte uit de voorgaande tabel, dan zullen de effecten niet meer zijn dan wordt beschouwd als worst-case in het MER. Dat komt doordat voor elk kavel wordt uitgegaan van een vermogen van maximaal 2,3 GW en bij toepassing van turbines met een individueel vermogen van meer dan 15 MW er dan in totaal minder dan 153 turbines geïnstalleerd worden. Daarmee verminderen de milieueffecten en valt een dergelijke ontwikkeling binnen de beschouwde bandbreedte. In andere woorden, met meer MW per turbine binnen dezelfde maatvoeringen wijzigt het worst-case scenario niet. De maatvoeringen zijn bepalend voor de effecten, niet het vermogen per turbine.

Dit is steeds de conclusie geweest van de uitgevoerde MER's voor eerdere kavelbesluiten, maar om dit te herbevestigen zullen in dit MER ook de effecten in beeld worden gebracht van een alternatief met grotere vermogens dan 15 MW. Gezien de maximale afmetingen die mogelijk zijn, zie Tabel 4.3 en dan met name 280 meter als maximale rotor, wordt naast een 15 MW alternatief ook een alternatief met 20 MW turbines op effecten onderzocht. Deze 20 MW per turbine is ontleend aan Tabel 4.1, waarin voor een rotor van 280 meter een vermogen 'past' van circa 20 MW (in Tabel 4.1 wordt 278 meter vermeld bij een 20 MW turbine bij een vermogensdichtheid van 330 W/m²).

4.2.2 Alternatieven

Tabel 4.3 geeft de te onderzoeken alternatieven aan. De alternatieven bestaan uit twee basisalternatieven en voor beide basisalternatieven een overplantingsscenario van circa 5 procent (2,1 GW) en circa 15 procent (2,3 GW).

De worst-case situatie kan voor verschillende milieuaspecten anders zijn. De worst-case situaties, zijnde alternatieven per aspect, zijn onderzocht en vergeleken. Ook is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke best-case situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat. In de themahoofdstukken (hoofdstuk 5 tot en met 11) zijn de te onderzoeken alternatieven (waaronder de type fundering) in meer detail beschreven.

Tabel 4.3 Alternatieven

Alternatief 1a	Alternatief 2a	Alternatief 1b (overplanting 5%)	Alternatief 2b (overplanting 5%)	Alternatief 1c (overplanting 15%)	Alternatief 2c (overplanting 15%)
134 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	100 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	140 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	106 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	153 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	115 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m

4.2.3 Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling

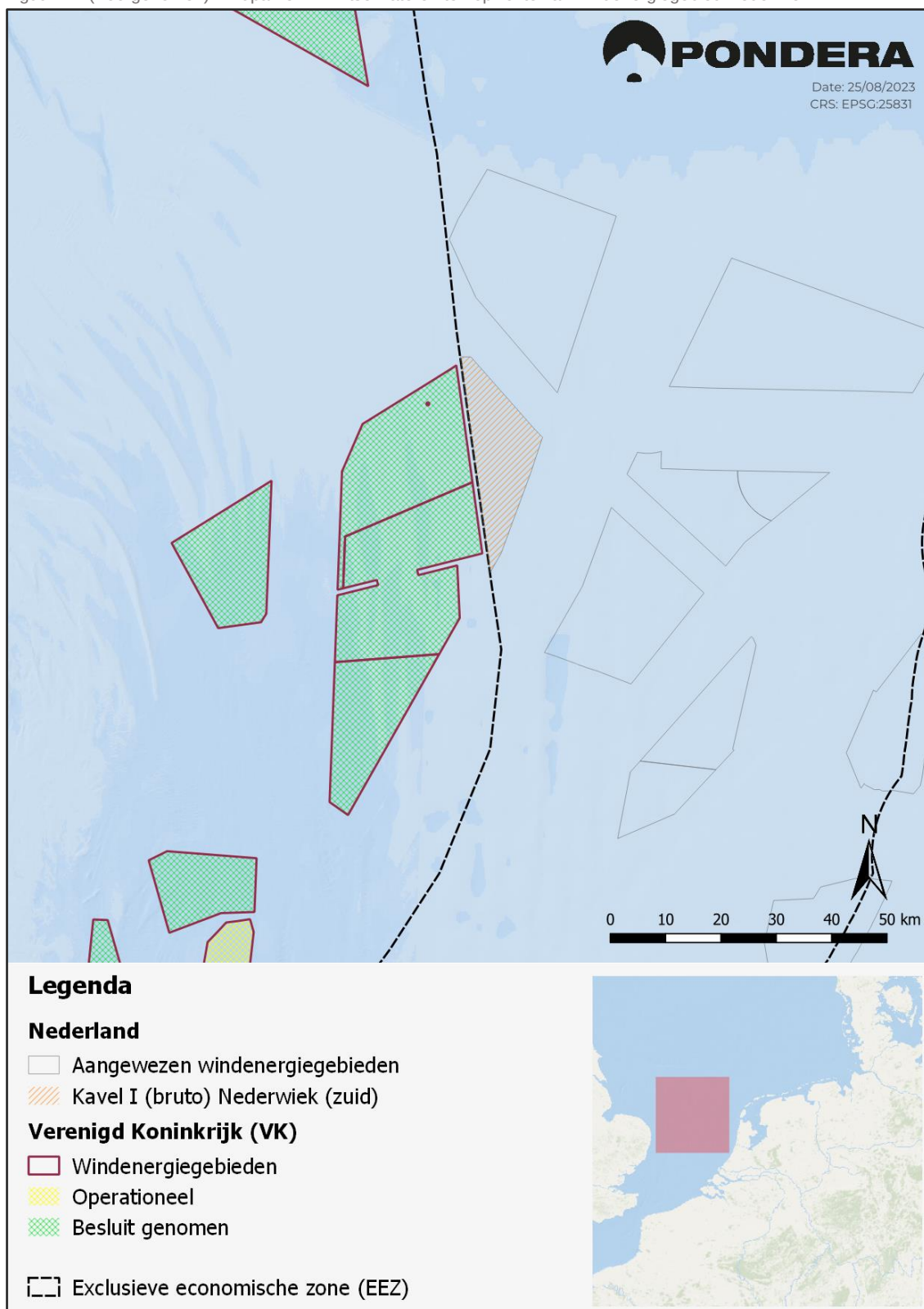
Het nulalternatief is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling.³⁰ Het nulalternatief is het alternatief waarbij geen kavelbesluit wordt genomen. Het gebied zal zich dan ontwikkelen conform vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder realisatie van het windpark. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving. In het nulalternatief zijn de bestaande windparken in gebruik. Ook worden als autonome ontwikkeling de reeds vergunde maar nog niet operationele windparken meegenomen. Ten aanzien van sommige milieuaspecten is de ontwikkeling van Verenigd Koninkrijk windparken ook relevant (zie Figuur 4.1). Daarnaast zijn er windparkontwikkelingen in België en Duitsland. Met name de parken in de wateren van Verenigd Koninkrijk zijn door de grote omvang en nabije ligging mogelijk relevant in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie met de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Nederwiek (zuid).

De relevantie van deze buitenlandse windparken is onder andere afhankelijk van de effecten op de populatie van soorten (met name vogels, vleermuizen en zeezoogdieren) die invloed kunnen ondervinden van windparken. In het KEC 4.0 (2022) is gekeken naar de invloed van de buitenlandse parken. In bijlage 8 bij het KEC zijn de windparken opgenomen die voor de cumulatieve effecten van belang zijn.

Ten slotte kunnen overige ontwikkelingen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie. Dit wordt per effecthoofdstuk in het MER nader uitgewerkt.

³⁰ Autonome ontwikkelingen zijn op zichzelf staande ontwikkelingen die onafhankelijk van het windpark plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen (bijvoorbeeld waarvoor vergunning is verleend).

Figuur 4.1 (Voorgenomen) windparken in Britse wateren ten opzichte van windenergiegebied Nederwiek



Bron: offshore windenergiegebieden van Verenigd Koninkrijk zijn via volgende link geraadpleegd; <https://opendata-thecrownstate.opendata.arcgis.com/>.

4.2.4 Voorkeursalternatief (VKA)

Bepalen van de voorkeursbandbreedte

De in Tabel 4.2 bepaalde voorlopige bandbreedte wordt in kaart gebracht door in het MER voor relevante milieuaspecten (zoals ecologie) en belangen (zoals visserij, mijnbouw en scheepvaart) te onderzoeken welke effecten maximaal kunnen optreden. Voor de diverse aspecten vormen verschillende uitwerkingen van de bandbreedte de worst-case situatie. Daarom kunnen diverse opstellingen worden doorgerekend. Hierbij valt te denken aan de effecten van het windpark op morfologie en hydrodynamica, waar grote funderingspalen de worst-case kunnen zijn, omdat hier een groter totaal oppervlak aan fundering en erosiebescherming wordt gerealiseerd. Daarentegen kan het gebruik van relatief veel turbines met een relatief geringe diameter de worst-case zijn voor vogels. Nagegaan wordt of deze maximale effecten toelaatbaar zijn en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen worden om de effecten te verzachten of teniet te doen.

Vaststellen van de maximaal uit te geven bandbreedte

Op basis van de uitkomsten van het MER en andere overwegingen (bijvoorbeeld beleidsmatige of financiële) wordt uiteindelijk een beslissing genomen over de gewenste uit te geven bandbreedte. Deze bandbreedte vormt tezamen met de te treffen mitigerende maatregelen het voorkeursalternatief (VKA).

De parameters die bepalend zijn voor de bandbreedte aan inrichtingsmogelijkheden kavel I worden in het kavelbesluit vastgelegd en vormen de bouwmogelijkheden voor de toekomstige ontwikkelaars. Denk hierbij aan zaken als maximale rotordiameter, maximale tiphoogte en minimale onderlinge afstand. Ook kunnen bijvoorbeeld vereisten aan de wijze van funderen worden opgelegd, zoals bijvoorbeeld een maximaal onderwatergeluidsniveau.

Passende beoordeling van het VKA

Aangezien op voorhand significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn, wordt een zogenaamde passende beoordeling uitgevoerd. In deze beoordeling worden de effecten op Natura 2000-gebieden aan de hand van de voor deze gebieden vastgestelde doelstellingen bepaald en beoordeeld. De passende beoordeling is als zelfstandig document (Bijlage 8) bij het MER bijgevoegd. Ook zullen de belangrijkste conclusies in de hoofdtekst en de conclusie in het MER worden verwerkt.

4.3 Milieuaspecten

In de volgende hoofdstukken van dit MER zijn de milieueffecten die de alternatieven met zich meebrengen, in beeld gebracht. Het gaat om de hierna genoemde milieuaspecten.

4.3.1 Morfologie en hydrodynamica

Beschreven wordt wat de bodemopbouw en de stabiliteit van de bodem is. Ook wordt bekeken wat de effecten zijn van het windpark op erosie, sedimentatie, geomorfologische, geohydrologische, stromingspatronen (richting en snelheid) en de mogelijke verandering in stratificatie in de waterkolom. Boven de waterspiegel gaat het vooral om de effecten van getijde en golfslag (onder invloed van het heersende windregime) op het functioneren en de stabiliteit van de windturbines.

Ook wordt in kwalitatieve termen ingegaan op de invloed van een omvangrijk windpark op het golfklimaat in de omgeving (afname totale windenergie en daarmee golfenergie en kusterosie).

4.3.2 Vogels, vleermuizen en onderwaterleven (flora- en fauna-activiteit en Natura 2000-activiteit)

In dit MER wordt op basis van het KEC 4.0 en de meest recente en relevante (internationale) kennis onderzocht welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten op populatieniveau en beschermde gebieden te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

Vogels

Voor vogels wordt ten behoeve van de effectbeschrijving onderscheid gemaakt in:

- (lokaal verblijvende) zeevogels,
- kust(broed)vogels en,
- land- en zoetwatergebonden trekvogels.

De volgende effecten zullen in het MER beschreven worden:

- aanvaringsslachtoffers (met gebruikmaking van het meest recente Band-model),
- habitatverlies (effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats),
- barrièrewerking,
- Indirecte effecten.

Voor lokaal verblijvende vogels wordt aandacht besteed aan alle soorten die (in een deel van het jaar) in het plangebied verblijven om te rusten of te foerageren, danwel soorten die dit gebied tijdens seizoenmigraties passeren (onder andere jagers). De verstoringafstanden en het aanvaringsrisico worden beschreven. Wanneer gevolgen voor populaties niet op voorhand uitgesloten kunnen worden, dan wordt ook ingegaan op de voedselrelaties met het plangebied en de directe omgeving daarvan.

Voor kust(broed)vogels kan de studie beperkt blijven tot soorten die op grote afstand van hun broedlocaties kunnen foerageren (zoals de kleine mantelmeeuw) en die het plangebied gedurende foerageervluchten kunnen passeren.

Er zijn veel land- en zoetwatergebonden trekvogelsoorten die migreren tussen broedgebieden en overwinteringsgebieden. Over de Noordzee komen grofweg twee trekstromen voor: Noord-Zuid (en vice versa) en Oost-West tussen het Europese continent en de Britse eilanden (en vice versa). Het is niet goed mogelijk om de risico's voor al deze soorten afzonderlijk te kwantificeren. De risico's worden dan ook van voorbeeldsoorten in beeld gebracht, waaronder soorten die 'nachttrekker' zijn en op rotorbladhoogte kunnen passeren. Er wordt een inschatting gemaakt van de ordegrootte van het totale aantal aanvaringsslachtoffers met een indicatieve verdeling over soortgroepen. Er wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding van de soorten.

Vleermuizen

Voor vleermuizen wordt ingegaan op het aanvaringsrisico, waaronder barotrauma. Het gaat daarbij om vleermuizen (met name de ruige dwergvleermuis) op seizoenstrek. Lokaal verblijvende vleermuizen worden niet verwacht. De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen als watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt namelijk onder de 10 kilometer en gezien de afstand van kavel I Nederwiek (zuid) tot de kust is het uitgesloten dat er in het windenergiegebied Nederwiek foerageervluchten worden gemaakt.

Onderwaterleven

Voor het onderwaterleven wordt er onderscheid gemaakt tussen zeezoogdieren, vissen en bodemfauna.

Zeezoogdieren (zeehonden en bruinvissen)

De volgende type effecten zullen beschreven worden:

- verlies aan foerageermogelijkheden (verstoring en habitatverlies),
- barrièrewerking en
- fysieke aantasting (temporary threshold shift (TTS)³¹).
- (positief) effect van het verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in het windpark.

Aandacht wordt besteed aan het aantal beïnvloede dieren (voor zowel zeehonden als bruinvissen) ten opzichte van het totale aantal dieren binnen het Nederlands Continentaal Plat en de gehele Noordzee, waarbij rekening zal worden gehouden met voorkomende dichtheidsgradiënten.

Inzichtelijk wordt gemaakt wat de effecten in zowel de aanleg-, exploitatie- als de verwijderingsfase zijn, of het om tijdelijke dan wel permanente effecten gaat en wat de cumulatieve effecten kunnen zijn van windturbines binnen de kavel in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) met overige projecten en activiteiten, zowel in tijd als in ruimte. Hierbij wordt zowel naar sterfte als aantasting van het leefgebied gekeken. Dit alles zal zoveel mogelijk worden gekwantificeerd. Zo wordt per type effect aangegeven hoeveel individuen van welke soorten hierbij zijn betrokken (ordegrootte, bijvoorbeeld in aantalsklassen) en welk deel van de populatie minimaal en maximaal (worst case) wordt beïnvloed. Er wordt hierbij getoetst aan de gunstige staat van instandhouding. Daar waar nodig wordt ook getoetst aan de doelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Ook wordt in het MER ingegaan op het effect van seismisch onderzoek in cumulatie met de aanleg van windturbines. Er zal gebruik worden gemaakt van dichtheidskaarten voor zeehonden en bruinvissen. Voor de geluidsmodellering zal gebruik worden gemaakt van het Aquariusmodel 4.0 dat is gevalideerd aan de hand van de geluidsmetingen in de windparken Luchterduinen en Gemini. Zie voor meer informatie over Aquarius 4.0 het 'Intermezzo Validatie Aquarius 4 model' in het achtergronddocument geluid zeezoogdieren bij dit MER. Voor het kwantificeren van effecten op populaties kan gebruik worden gemaakt van het betreffende Interim PCoD model³².

Vissen

Onderzocht wordt welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn (worst-case) en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor vissen. Op de volgende effecten wordt ingegaan:

- effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling,
- effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling,
- effect van straling (elektromagnetische en geïnduceerde elektrische velden),
- (positief) effect van de aanwezigheid van harde structuren en,

³¹ Uit de berekeningen die in de voorbereiding van het KEC 4.0 zijn uitgevoerd, volgt dat permanente effecten op het gehoor (PTS: permanent threshold shift) voor zeezoogdieren zijn uit te sluiten.

³² In KEC 4.0 zal voor het kwantificeren van effecten op zeehond populaties gebruik worden gemaakt van het Interim PCoD model, waarvan in 2019 ook voor zeehonden een volledige update is gepubliceerd. Ten behoeve van het KEC 4.0 zullen dus, net als voor bruinvissen, effecten van de constructie van windparken op zee op de populaties van gewone en grijze zeehonden worden berekend. Dit maakt het ook mogelijk om de resultaten van deze berekeningen te toetsen aan een ecologische effectnorm voor zeehonden.

- (positief) effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in het windpark.

Voor meer informatie over de onderzoeksmethode en bekeken soorten, zie Bijlage 7.

Bodemleven

Onderzocht wordt welke beschermde soorten voorkomen op de locatie die vanuit natuurregeling of geformuleerd natuurbeleid relevant zijn³³, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor bodemleven. Ook wordt een beschrijving opgenomen van de dynamiek van zandbanken en megaribbels³⁴.

Gebiedsbescherming (via passende beoordeling)

Verwacht wordt dat op voorhand significante effecten op Natura 2000-gebieden niet zijn uit te sluiten. Een passende beoordeling zal dan ook onderdeel vormen van het op te stellen MER, waarin de vraag beantwoord wordt of significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten. Het zal dan met name gaan over de effecten op vogels en zeezoogdieren. De beoordeling van effecten op Natura 2000-gebieden vindt plaats in het kader van de Omgevingswet (artikel 16.53c). Het gaat enkel om 'externe werking', de kavel ligt buiten Natura 2000-gebieden, maar ligt nabij Natura 2000-gebied de Bruine Bank. Effecten kunnen wel optreden op Natura 2000-gebieden, doordat soorten met instandhoudingsdoelstellingen in het projectgebied komen, effecten als onderwatergeluid tot in Natura 2000-gebieden kan reiken of in cumulatie dusdanig grootschalige effecten op populaties kunnen ontstaan waardoor instandhoudingsdoelstellingen aangetast zouden kunnen worden.

Ook is bij de ontwikkeling en het onderhoud van een windpark op zee sprake van een (tijdelijke) emissie van stikstofoxiden (NO_x). Schepen die worden ingezet maken gebruik van verbrandingsmotoren die stikstofoxiden uitstoten. Derhalve dient in de passende beoordeling ook te worden ingegaan op het (mogelijk) effect van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden als gevolg van de ontwikkeling en de exploitatie van een windpark. Daarnaast is het van belang om te onderzoeken hoe emissies (leidend tot stikstofdepositie in gevoelige gebieden) kunnen worden voorkomen of verminderd. Indien significante effecten op Natura 2000-gebieden niet kunnen worden uitgesloten, dient een ADC-toets als bedoeld in de Omgevingswet te worden doorlopen.

4.3.3 Scheepvaart en veiligheid

In het MER wordt de kans op ongevallen door aandrijvingen en aanvaringen en de mogelijke gevolg risico's onderzocht. Voor de scheepvaartveiligheid wordt een (kwantitatieve en kwalitatieve) analyse uitgevoerd, waarbij onder meer gebruik wordt gemaakt van de resultaten van het door MARIN (Maritime Research Institute Netherlands) uitgevoerde onderzoek naar de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaart.³⁵ & ³⁶ Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van het SAMSON model (Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea). Hierbij zijn onder meer de ligging van platform K13-A en de tiplaagte van de windturbines in relatie tot de hoogte van schepen relevante factoren. Daarnaast wordt een (kwantitatieve) analyse uitgevoerd waarbij aandacht wordt besteed aan de verkeersstromen

³³ Zie voor een groslijst, bijlage 2 van Bos, O.G. et al (2017). Soortenlijst Nederlandse Noordzee. Rapport C125/16A Wageningen University & Research; <http://edepot.wur.nl/401117>

³⁴ Zie bijvoorbeeld Vanosmael, C., K.A. Willems, D. Claeys, M. Vincx & C. Heip 1982. Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the South-ern Bight of the North Sea. J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 521-534

³⁵ MARIN, WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen. MARIN, 2019.

³⁶ MARIN, SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040.

rond de kavel, kruisend verkeer en risico's voor niet-routegebonden kleine scheepvaart. Tevens wordt nagegaan wat de effecten zijn van doorvaart door de kavel, waarbij ook het aspect SAR ('search and rescue') wordt meegenomen.

De scheepvaarteffecten worden (ook) onderzocht in relatie tot de autonome ontwikkeling. Het is van belang dat in de effectbeoordeling rekening wordt gehouden met het verwachte scheepvaartverkeer in de beoogde clearway en doorvaartpassage (zie paragraaf 3.2.2), met aandacht voor de aanvaringskansen van het nog in de clearway aanwezige platform K13-A en de turbines die dichtbij de doorvaartpassage zijn gepositioneerd.

4.3.4 Visserij

In het MER worden de gevolgen voor de bestaande (sleepnet)visserij meegenomen. Vissers verliezen visgronden. Er wordt in het MER gebruikgemaakt van de meest recente gegevens. Wageningen Economic Research heeft onderzoek gedaan naar de waarde van de misgelopen vangsten.³⁷ Daarnaast is het van belang te bepalen welke delen van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) de meeste waarde hebben voor de visserij. Naast het verlies aan visgronden heeft de (sleepnet)visserij mogelijk te maken met omvaren door de aanleg van de windparken.

4.3.5 Overige gebruiksfuncties

De overige gebruiksfuncties in de omgeving van de locatie kunnen zijn: olie- en gaswinning, windparken, luchtvaart (waaronder helikopterverkeer), militaire gebieden, baggerstortgebieden, zand- en schelpenwinning, scheepvaart, kabels en leidingen, archeologische en cultuurhistorische waarden en recreatie.

Er zal gebruik worden gemaakt van het onderzoek naar de archeologische en cultuurhistorische waarden in het plangebied.³⁸ De effecten van het windpark op deze waarden worden getoetst aan de wetgeving en het rijksbeleid ten aanzien van archeologie, dat onder andere is terug te vinden in het Programma Noordzee 2022-2027.

Lettende op de nabijgelegen mijnbouwplatforms, wordt het veilig aanvliegen van de platforms in het MER onderzocht. Hierbij zullen onderzoeken worden meegenomen naar de effecten van zogturbulentie in en om offshore windturbineparken op de vliegveiligheid en de bereikbaarheid van mijnbouwplatforms in de nabijheid van windparken.

Het MER zal ingaan op de effecten voor de betrouwbaarheid van de (wal)radarsystemen en straalpaden en indien nodig mitigerende maatregelen aandragen.

³⁷ Deetman, B., Eweg, A. Y., van Oostenbrugge, J. A. E., Mol, A., Hamon, K. G., & Steins, N. A. (2020). Wind op Zee: zoekgebieden 2030-2050 : inzicht in de sociaal-economische waarde van de zoekgebieden windenergie op de Noordzee 2030-2050 voor de Nederlandse visserij. (Rapport / Wageningen Economic Research; No. 2020-125). Wageningen Economic Research. <https://doi.org/10.18174/536640>

³⁸ Zie offshorewind.rvo.nl

4.3.6 Landschap

In dit MER wordt ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust. Het zicht is van vele factoren afhankelijk en om dat beter te begrijpen wordt ingegaan op het zichtbereik. Dat is de afstand waarop een object nog kan worden waargenomen. Dit bereik hangt van een viertal factoren af:

1. de eigenschappen van het object;
2. de kromming van de aarde (en daarbij de waarneemhoogte);
3. de visus van het menselijk oog en
4. de meteorologische omstandigheden.

4.3.7 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies en circulariteit

De belangrijkste reden om windinitiatieven te realiseren, is het opwekken van duurzame energie. Er is berekend hoeveel elektriciteit wordt opgewekt. Ook is bepaald welke uitstoot van schadelijke stoffen het windpark vermijdt in vergelijking met de situatie dat dezelfde energie wordt opgewekt op conventionele wijze, zoals met behulp van kolen- en gasverbranding. Een vergelijking is gemaakt met de emissies van de huidige brandstofmix die wordt gebruikt in Nederland voor opwekking van elektriciteit. Dit zijn de stoffen koolstofdioxide (CO₂), stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂). Er is tevens aandacht besteed aan hoeveel energie het kost om turbines te produceren en te plaatsen. Daarnaast zal in het MER ook aandacht besteed worden aan circulariteit.

4.4 Grensoverschrijdende effecten

Op basis van de effectbeschrijving voor elk in paragraaf 4.3 genoemd aspect, wordt in het MER nog apart ingegaan op die effecten die grensoverschrijdend zijn. Denk hierbij voornamelijk aan de ecologische effecten en overige gebruiksfuncties. Dit wordt gedaan op basis van het ESPOO-verdrag dat op 25 februari 1991 in Espoo (Finland) tot stand is gekomen. Het is een VN-verdrag over grensoverschrijdende milieueffectrapportage en is op 10 september 1997 in werking getreden. Kern van het Espoo-verdrag is dat, in geval van mogelijke grensoverschrijdende milieugevolgen, het publiek en autoriteiten in het buurland op dezelfde wijze en tijd worden betrokken bij de mer-procedure als de autoriteiten en het publiek in Nederland. In de Omgevingswet (artikel 16.53b) en in het Omgevingsbesluit (artikelen 11.27 tot en met 11.32) zijn zowel het verdrag van Espoo als het betreffende artikel van de Europese richtlijn geïmplementeerd.

4.5 Effectbeoordeling

4.5.1 Beoordelingscriteria per milieuaspect

De omvang van het studiegebied, het gebied waarbinnen zich mogelijke effecten kunnen voordoen, verschilt per milieuaspect. Meestal is het studiegebied groter dan het plangebied, waar zich de voorgenomen activiteit afspeelt. De nulsituatie (oftewel nulalternatief), inclusief autonome ontwikkeling, fungeert als referentiesituatie voor de beoordeling van de effecten. De effectbeschrijving zal waar mogelijk en zinvol kwantitatief onderbouwd worden. Indien het niet mogelijk is om de effecten te kwantificeren, worden de effecten kwalitatief beschreven.

Naast effecten die optreden tijdens de exploitatie van het windpark is ook aandacht besteed aan effecten tijdens de bouw van het windpark (zoals geluid door aanlegwerkzaamheden) en alle bijbehorende voorzieningen, zoals de aanleg van kabels. Ook is, waar zinvol, aangegeven of cumulatie met andere

plannen en/of projecten kan optreden. Cumulatieve effecten zijn ook een onderdeel van de passende beoordeling.

De effecten zijn per milieuaspect beschreven aan de hand van beoordelingscriteria. In Tabel 4.4 is per milieuaspect aangegeven welke criteria zijn gebruikt en de wijze waarop de effecten zijn beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

Tabel 4.4 Beoordelingscriteria per milieuaspect.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Vogels	Aanleg en verwijderen windpark – Verstoring aanleg fundering – Verstoring door toegenomen scheepvaart	In aantal km ²
	Gebruik windpark <u>Lokale verblijvende zeevogels (waaronder Natura 2000-gebieden)</u> – Aanvaringsrisico – Barrièrewerking – Verstoring door windturbines – Verstoring door onderhoud windpark – Habitatverandering door veranderd gebruik	In aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen In aantal km ² Habitatverlies in km ² en vertaling naar populatiereductie
	<u>Kust(broed) vogels (waaronder Natura 2000-gebieden)</u> – Aanvaringsrisico – Barrièrewerking – Habitatverlies en verandering foerageermogelijkheden – Verstoring door windturbines	Aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen In aantal km ²
	<u>Land- of zoetwatergebonden trekvogels (waaronder Natura 2000-gebieden)</u> – Aanvaringsrisico (#slachtoffers BAND-model) – Barrièrewerking	In aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen
Vleermuizen	Aanvaringsrisico	In aantal vleermuisslachtoffers
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering van resp. geluid en trillingen, bodemberoering, aanwezigheid van harde structuren op de bodem, verbod op bodem-beroerende activiteiten (visserij) en elektromagnetisch veld van de kabel, op:	Verandering in aantal soorten Aanwas 'hardsubstraatsoorten' Dichtheid per m ² Dichtheid en effect op beschermde soorten

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	○ Biodiversiteit ○ Recruitment ○ Dichtheden biomassa ○ Beschermde soorten en habitattypen die vanuit natuurregelgeving of geformuleerd natuurbesluit relevant zijn	
	Zeezoogdieren Aanleg en verwijdering windpark Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek en fysieke aantasting Gebruik windpark – Verstoring door geluid en trillingen windturbines – Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Verstoord oppervlak (km²) Aantal verstoorde dieren / effect op populatie Tijdsduur van de verstoring (bruinvisverstoringdagen) in aantal aangetaste dieren Verstoring in aantal (km²) in aantal verstoorde dieren / effect op populatie / tijdsduur van de verstoring
Natuur overig	– Effecten op Natura 2000-gebieden: ○ habitattypen (inclusief effecten als gevolg van stikstofdepositie); ○ soorten – Effecten op beschermde flora en fauna (als bedoeld in artikel 7 Wwoz) en overige natuur- en milieuwaarden als beschermd door internationale kaders, zoals bijvoorbeeld de kaderrichtlijn mariene strategie (KRM), OSPAR-verdragen en ASCOBANS als gevolg van: ○ geluidproductie aanleg en operationeel geluid, ○ elektrische en elektromagnetische velden ○ de kans op aanvaring ○ verlies van leef-, foerageer- en rustgebied ○ verstoring en blokkering migratieroutes ○ aanbod van optimaal hechtingsoppervlak voor organismen ○ afsluiting voor visserij.	Aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen³⁹
Scheepvaart en veiligheid	Verkeersveiligheid – Kans op aanvaring en aandrijving routegebonden en niet-routegebonden verkeer – Gevolgschade van aanvaring en aandrijving Scheepvaartbewegingen – Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines Gevolgschade in de vorm van schade aan het schip, schade aan de windturbine en persoonlijk letsel Effecten op zichtlijnen kruisend verkeer
Gebruiksfuncties	Effecten op: – Luchtvaart en luchtverkeersveiligheid, onder meer in relatie tot luchtruimklassen, bebakening en verlichting, communicatie-, navigatie of	

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	surveillanceapparatuur (CNS), Search and Rescue en Helicopter Main Routes – ruimtegebruik door defensie (luchtmacht, marine) vanwege de aanwezigheid van oefenterreinen en munitiestortgebieden boven en op zee – Mijnbouw, onder meer in relatie tot helikopterbereikbaarheid platforms, en de exploitatie van in de ondergrond aanwezige velden. Ook effecten op mogelijk toekomstig gebruik van platforms voor bijvoorbeeld waterstofproductie en CO ₂ -opslag moeten worden beoordeeld voor zover deze voorzienbaar zijn – Huidige sleepnetvisserij en de daarbij toegepaste vangstechnieken, onder meer op het beschikbaar areaal visgronden en mogelijke effecten op omvaren. – Zand-, grind en schelpenwinning – Kabels en leidingen (aanleg, onderhoud en verwijdering) – Andere windparken	
Overige gebruiksfuncties	Effecten op: – Baggerstort (beperkingen baggerstortgebieden) – Scheeps- en luchtvaartradar (schaduwwerking en bouncing) – Telecommunicatie (verstoring kabelverbindingen en straalpaden) – mosselzaadinvanginstallaties en zeewierteelt – recreatie en toerisme (toegankelijkheid recreatieve vaarroutes)	Beperkingen olie- en gaswinning Effecten op toekomstig hergebruik van platforms Effect op veilige luchtvaart Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning Beperkingen baggerstortgebieden Schaduwwerking en bouncing Interferentie kabels en leidingen Verstoring kabelverbindingen Verstoring straalpaden Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden Aantasting archeologische resten Beperkingen en mogelijkheden schelpdierkweek en zeewierteelt Beïnvloeding bestaande windparken
Cultuurhistorie en archeologie	Effecten op archeologie archeologische waarden, zoals bodemschatten, scheepswrakken, verdrinken landschappen	Kwalitatief en kwantitatief
Geologie, morfologie, hydrologie en waterkwaliteit	Effect op: – golven – waterbeweging (waterstand/stroming) – waterdiepte en bodemvormen – zeebodemsamenstelling – troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming) – sedimenttransport – kustveiligheid	Kwalitatief en kwantitatief
Landschap	Zichtbaarheid aan de hand van: – de eigenschappen van het object, – de kromming van de aarde,	Kwantitatief, in percentage (theoretische) zichtbaarheid

	– de visus van het menselijk oog en – de meteorologische omstandigheden	
Elektriciteits-opbrengst en klimaat	– Elektriciteitsproductie – Terugverdiendtijd energie bouw – CO₂-, NO_x- en SO₂-emissie reductie	Kwantitatief, in kWh/jaar Kwantitatief in maanden Kwantitatief, in ton/jaar

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 4.5. De beoordeling wordt gemotiveerd. Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met -/0 (licht negatief) of 0/+ (licht positief).

Tabel 4.5 Scoringsmethodiek.

Beoordeling ten opzichte van het nulalternatief (de referentiesituatie)	Score
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	--
Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	-
Het voornemen leidt tot marginale negatieve verandering	-/0
Het voornemen onderscheidt zich niet van het nulalternatief	0
Het voornemen leidt tot marginale positieve verandering	+/0
Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	+
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering	++

Omdat voor de effecten op vogels, vleermuizen en onderwaterleven specifieke wettelijke kaders bestaan waaraan getoetst dient te worden, wordt in de volgende paragraaf specifiek aandacht besteed aan de toetsing van de ecologische effecten.

4.5.2 Toetsing ecologische effecten

In paragraaf 4.3 is aangegeven welke effecten beschreven worden in dit MER. Deze effecten worden gescoord door plussen en minnen, zoals in paragraaf 4.5.1 is aangegeven. Voor de optredende ecologische effecten dient expliciet getoetst te worden aan de geldende wettelijke kaders.

Vogels

Wanneer een kwantitatieve beoordeling van effecten mogelijk is, dan worden verschillende criteria aangehouden:

- Het 1% ORNIS-criterium
 - Volgens dit criterium wordt iedere additionele sterfte van minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte aan de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als niet significant beschouwd. In de praktijk kan dit criterium, bij voldoende gegevens over de omvang van de natuurlijke jaarlijkse sterfte, worden gebruikt om te bepalen of significante effecten, in cumulatie, uitgesloten kunnen worden. Blijven soorten onder deze grens, dan worden ze niet verder in beschouwing genomen. Overschrijden ze deze 1-procentnorm wel, dan zal in meer detail naar de mogelijke populatie-effecten gekeken dienen te worden. De 1-procentnorm wordt in het MER en passende beoordeling met name gehanteerd om de effecten op kust(broed)vogels (in het kader van Natura 2000-gebieden) te beoordelen, temeer omdat een PBR van een individuele kolonie moeilijk te bepalen is (zie hieronder over PBR).

- Potential Biological Removal (PBR) criterium
 - De PBR methode maakt gebruik van wetenschappelijke achtergrondinformatie over de populaties van de relevante soorten. Voor de soorten waarvoor voldoende informatie over populatieparameters bekend is, heeft het gebruik van de PBR als grenswaarde ook juridisch gezien de voorkeur boven het gebruik van het ORNIS-criterium, dat gebruikt wordt indien wetenschappelijk onderbouwing van een grenswaarde ontbreekt. In dit MER wordt de redeneerlijn gevolgd dat indien (cumulatieve) effecten onder de PBR blijven, significant negatieve effecten zijn uit te sluiten en er geen nadelige gevolgen zijn voor de gunstige staat van instandhouding.
- (Indien beschikbaar) Acceptable level of impact (ALI) norm
 - Een beter alternatief voor PBR is het gebruik van populatiemodellen om effecten van windparken op populatieniveau te bepalen. Populatiemodellen geven meer inzicht in de consequenties van een bepaalde additionele sterfte op een populatie. Indien beschikbaar voor de relevante soorten, worden in het MER uitkomsten van populatiemodellen gebruikt bij de onderbouwing van effectbeoordelingen. Deze uitkomsten van populatiemodellen worden tegen de soortspecifieke maatlat van de ALI gelegd.⁴⁰
- Instandhoudingsdoelstellingen
 - Wanneer sterfte van een (vogel)soort uit een Natura 2000-gebied optreedt (en het mogelijk exemplaren betreft die in het Natura 2000-gebied verblijven), zal naast de PBR ook worden getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Voor die soorten waarvan de additionele sterfte de 1-procentnorm en/of de PBR nadert, is het van belang om nader te onderzoeken wat de effecten op de staat van instandhouding zijn en deze effecten goed te toetsen op ecologische en juridische aanvaardbaarheid. Bijlage 7 van dit MER gaat hier nader op in.

Vleermuizen

Vanwege de nog grote kennisleemtes ten aanzien van vleermuissoorten wordt een aantal aannames gehanteerd. Door van worst-case-effecten uit te gaan en mitigerende maatregelen voor te schrijven, worden vleermuisslachtoffers zo veel als mogelijk beperkt. Voor vleermuizen wordt ook getoetst aan de Potential Biological Removal (PBR).

Grijze zeehond, gewone zeehond en bruinvis

Voor de grijze en gewone zeehond en bruinvis wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding van de soort zoals bedoeld in de Omgevingswet. Tevens wordt getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Voordelta, Deltawateren, Waddenzee en Noordzeekustzone, die instandhoudingsdoelstellingen hebben voor de grijze of gewone zeehond of bruinvis. Voor bruinvissen wordt in afwijking van het ASCOBANS-verdrag een norm bepaald in KEC 4.0 die overeenkomt met maximaal 5% reductie van de huidige populatie.⁴¹

⁴⁰ De ALI wordt bepaald op basis van de Europese status van de soort, zoals vastgesteld door International Union for Conservation of Nature (IUCN). Per soort zijn vermeld: de internationale staat van instandhouding volgens het IUCN, het geaccepteerde niveau van afname na drie generaties of 10 jaar en de geaccepteerde zekerheid dat die afname door windparkontwikkelingen komt.

⁴¹ In het kader van het ASCOBANS-verdrag is als interim-doel voor bruinvissen gesteld dat de populatie niet onder 80 procent van het draagkracht-niveau mag komen. Het is niet bekend wat dit niveau op het Nederlands Continentaal Plat is. Het met grote zekerheid instandhouden van de populatie op minimaal 95% van de huidige omvang, met de aanleg van windparken op zee voor de gehele periode 2016 – 2030, kan als een veilige keuze worden beschouwd.

(Inter)nationale kaders

Verder zal in dit MER aandacht besteed worden aan de internationale kaders:

- de implementatie van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM);
- de voortgang in de aanwijzing respectievelijk aanmelding van beschermde gebieden onder de EU-Vogelrichtlijn en/of de EU-Habitatrichtlijn;
- de status van Marine Protected Areas en Quality Objectives (EcoQO's) in het kader van OSPAR;
- het ASCOBANS-verdrag;
- Natuur Netwerk Nederland (NNN);
- Soorten en habitats op de OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats⁴².

In de passende beoordeling worden effecten gekwantificeerd om uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten.

4.5.3 Cumulatie van ecologische effecten

De milieueffecten die gepaard gaan met de voorgenomen activiteiten kunnen cumuleren met de effecten van andere plannen, projecten en handelingen. Het is van belang om goed af te bakenen welke plannen, projecten en handelingen meegenomen worden in de cumulatie. In ieder geval dient het te gaan om plannen, projecten en handelingen die leiden tot relevante effecten, dat wil zeggen effecten die samen met de effecten die optreden bij de voorgenomen activiteiten leiden tot een groter totaaleffect.

Voor het onderdeel cumulatie zal gebruik worden gemaakt van methodieken, informatie en inzichten uit het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0). In dit afwegingskader is ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van alle windparken conform de uitrol volgens de routekaart windenergie op zee waarbij ook verwachte buitenlandse windparkontwikkelingen zijn meegenomen.

Toetsing cumulatieve effecten: Kader Ecologie en Cumulatie: acceptabele grenzen op populatieniveau

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) en bijbehorende actualisaties is onderzocht wat de gecumuleerde ecologische effecten kunnen zijn van bestaande en in aanbouw zijnde windparken op zee met de windparken op zee die volgen uit de routekaart windenergie op zee 2030 inclusief de versnellingsopgave zoals vastgelegd in het Programma Noordzee 2022-2027. Er is daarbij gekeken naar de effecten van windparken binnen en buiten de 12-mijlszone. Doel van het KEC is om te kunnen bepalen of alle windparken samen tot onaanvaardbare negatieve ecologische effecten leiden. Zo nodig kunnen dan voorschriften worden opgenomen in de kavelbesluiten waarmee deze effecten tijdig worden voorkomen of verminderd.

In de kavelbesluiten voor de verschillende windparken wordt aanvullend gekeken of er locatie-specifieke effecten te verwachten zijn. Daarbij wordt dan ook bepaald welke mitigerende maatregelen genomen zouden kunnen worden om eventuele onaanvaardbare negatieve effecten te voorkomen. Het gaat daarbij om effecten waardoor de populatie van soorten structureel achteruit zou gaan en de natuurlijke veerkracht van de soort aangetast zou worden. De maatregelen om die effecten te voorkomen, kunnen gaan over het beperken van onderwatergeluid door heien, zodat er minder bruinvissen verstoord worden. Een ander

⁴² OSPAR Commission (2008) OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Reference Number: 2008-6. (<http://www.ospar.org/documents?d=32794>).

voorbeeld kan het stellen van eisen aan de turbines zijn, waardoor de kans op aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen beperkt wordt.

Het KEC 4.0 richt zich op die soorten waarvan verwacht wordt dat daar mogelijk significante effecten ontstaan. Dit zijn:

1. Bruinvissen/zeezoogdieren⁴³. De effecten van onderwatergeluid op bruinvissen als meest gevoelige soort onder de zeezoogdieren zijn doorgerekend middels een aantal stappen. In beeld komt hoeveel bruinvissen verstoord raken gedurende hoeveel dagen en wat dit voor de populatie betekent gedurende de doorlooptijd van de routekaart.
2. Vogels (zeevogels, kust(broed)vogels en land- en zoetwatergebonden trekvogels). Voor vogels is gekeken naar de effecten van aanvaringen tussen vogels en windturbines, de barrièrewerking en het verlies aan leefgebied als gevolg van de aanwezigheid van de parken.
3. Vleermuizen. Met betrekking tot de aanwezigheid, gedrag en daarmee ook de gevoeligheid van vleermuizen op zee voor (o.a.) operationele windparken staat de kennis nog in de kinderschoenen. Op basis van het oordeel van experts zijn indicatieve schattingen gemaakt van aanvaringen.

Uitgangspunt bij de effectbeoordeling voor soorten is dat de populatie niet structureel achteruit mag gaan. Als dit wel gebeurt, wordt de natuurlijke veerkracht aangetast. Als herstel niet mogelijk blijkt, sterft de soort geheel of in een deel van zijn verspreidingsgebied uit. Vanwege het grote aantal vogelsoorten wordt hierbij eerst gebruik gemaakt van het ORNIS-criterium (1-procentnorm) als 'grove zeef'. Dat wil zeggen dat wanneer voor soorten de extra sterfte lager is dan 1% van de natuurlijke sterfte er kan worden aangenomen dat er geen onaanvaardbare effecten op deze soorten plaatsvinden. Voor de soorten waar de extra sterfte hoger is dan 1% van de natuurlijke sterfte wordt verder onderzoek gedaan naar de effecten op basis van de best beschikbare beoordelingsmethode (in KEC 4.0 is dit ALI voor de soorten waarvoor dit is uitgewerkt en PBR voor overige soorten).

Voor bruinvissen wordt aan strengere waarden getoetst dan die zijn overeengekomen in het ASCOBANS-verdrag. In het ASCOBANS-verdrag wordt gesteld dat een populatie niet onder 80% van de draagkracht mag komen. Om met een grote zekerheid vast te kunnen stellen dat de populatie als gevolg van een menselijke activiteit niet minder wordt dan 95% van de draagkracht (uit praktische overwegingen gelijk gesteld aan de huidige populatieomvang), is ervoor gekozen om de 5de percentielwaarde van de uitkomsten van de iPCoD-berekeningen⁴⁴ als grens te hanteren. Hierdoor kan met een grote zekerheid (een kans van 95%) worden gesteld dat de reductie in populatie minder zal zijn dan 5%. In werkelijkheid is deze kans groter omdat bij de aannames steeds is gekozen voor een worst case-benadering.

Andere windparken

Belangrijk om in cumulatie te beschouwen zijn de effecten van andere windparken die gerealiseerd zijn en gaan worden, nationaal en internationaal. Ten behoeve van het MER en de passende beoordeling voor het kavelbesluit in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) zal het KEC 4.0 het uitgangspunt vormen.

⁴³ Uit onderzoek blijkt vooralsnog, tot nader onderzoek eventueel anders uitwijst, dat van de groep zeezoogdieren in de context van de zuidelijke Noordzee de bruinvis het meest gevoelig is voor verstoring door onderwatergeluid. Om deze reden wordt verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten zeezoogdieren. Effecten op beschermde vissoorten doen zich, voor zover bekend, pas voor bij geluidbelastingen die hoger zijn dan die waarbij effecten op bruinvissen zijn te verwachten. Om deze reden wordt ervan uitgegaan dat als de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de beschermde vissoorten, dan wel de vissoorten die van belang zijn als voedselbron voor beschermde zoogdieren of (zee)vogels.

⁴⁴ interim Population Consequences of Disturbance (iPCoD) model

4.6 Mitigerende maatregelen

Bij het onderzoeken van de effecten van de invulling van de bandbreedte voor elk aspect ontstaat inzicht in de effecten per aspect. Voor elk aspect wordt vervolgens nagegaan of mitigerende maatregelen denkbaar zijn om de omvang van het effect te verminderen of teniet te doen. Waar mogelijk worden effecten met en zonder de maatregelen apart inzichtelijk gemaakt in het MER.

Dit MER dient niet alleen vanuit een worst case benadering vast te stellen wat de maximale effecten van een opstelling binnen de bandbreedte is, maar ook informatie te leveren over de minimale effecten en de mogelijkheden om tot een optimale invulling te komen. Het is immers goed denkbaar dat een enigszins minder ruime bandbreedte op een bepaald aspect aanzienlijk minder milieueffecten zal veroorzaken. Door dit te onderzoeken geeft het MER de informatie die nodig is om de milieueffecten op een volwaardige manier mee te wegen bij het nemen van het kavelbesluit.

4.7 Leemte in kennis

Het uitgangspunt voor het MER is dat de meest actuele en best beschikbare kennis ter zake wordt gehanteerd. In het MER wordt aangegeven welke belangrijke informatie niet beschikbaar is en welke gevolgen dit heeft voor de effectbepaling en -beoordeling. Waar mogelijk wordt aangegeven met welke soort aanvullende onderzoeken deze leemten zouden kunnen worden weggenomen.

5 Morfologie en hydrodynamica

5.1 Beoordelingskader en locatie

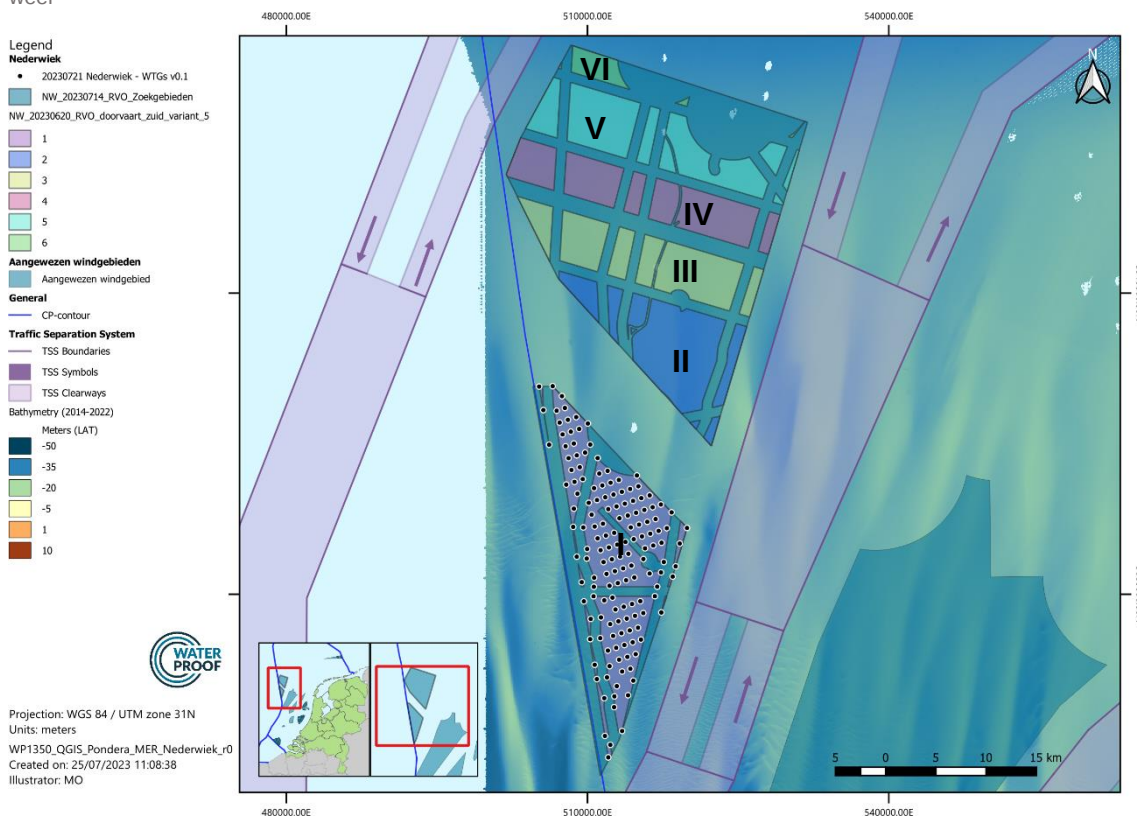
In Tabel 5.1 wordt voor morfologie en hydrologie een aantal beoordelingscriteria genoemd. Deze criteria hebben alleen of in samenhang met elkaar invloed op de Nederlandse kust en/of hebben een lokale invloed. Het is dus van belang om te weten of en in welke mate het windpark deze beoordelingscriteria beïnvloedt. In het windenergiegebied Nederwiek worden windturbines gebouwd met een totale geplande energieopbrengst van 6 GW. Hier binnen ligt kavel I, de zuidelijkste kavel, met een totale geplande energieopbrengst van 2 á 2,3 GW. Zie Figuur 5.1 voor de locatie en begrenzing van windenergiegebied Nederwiek in zijn geheel en kavel I. Dit hoofdstuk beschrijft de onderstaande beoordelingscriteria specifiek voor kavel I Nederwiek (zuid). Het criterium kustverdediging is wel beschouwd maar niet opgenomen in de beoordeling van het MER. De afstand van het windenergiegebied tot de Nederlandse kust is dusdanig groot dat de effecten op kustverdediging verwaarloosbaar zijn.

Tabel 5.1 Beoordelingscriteria morfologie en hydrologie.

Aspect	Beoordelingscriteria
Morfologie en hydrologie	Golven
	Waterbeweging (waterstand en stroming)
	Waterdiepte en bodemvormen
	Bodemsamenstelling
	Troebelheid en waterkwaliteit
	Sedimenttransport
	Kustverdediging*

*Niet beschreven vanwege verwaarloosbare effecten door de grote afstand van het windenergiegebied tot de kust.

Figuur 5.1 Locatie van kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid). De romeinse cijfers geven de kavelnummering weer



5.1.1 Funderingstypes voor windenergie op zee

Voor de fundatie van offshore windturbines zijn verschillende type funderingen mogelijk (zie Figuur 5.2). De meest toegepaste funderingen zijn: jacket, monopile, tripod, suction bucket en gravity-based. Daarnaast zijn ook drijvende windturbines mogelijk. Drijvende windturbines kunnen ofwel suction-based worden verankerd, ofwel middels ankers op/in de zeebodem. Hieronder volgt een korte beschrijving van elk type op basis van Wu et al. (2019), Lavanya & Kumar (2020) en Jiang (2021).

Jacket en tripod – Een frame met een fundering van drie (tripod) of vier (jacket) palen die elk in het bodemsediment zijn geïnstalleerd. Doordat er meer palen gebruikt worden hoeven de funderingen minder diep ingegraven te worden dan bij de monopile (zie hieronder). In omgevingen met extreme condities (orkanen) is deze optie economischer omdat deze minder diepe en grote funderingen behoeft. De jacket en tripod kunnen in relatief grote waterdieptes worden geïnstalleerd (< 50 m).

Monopile – Een enkele paal waarvan de fundering diep in het bodemsediment is geïnstalleerd om zo de laterale impact van golven, wind en getij op te kunnen vangen. Monopile funderingen zijn simpel en goedkoop om te produceren en worden daarom het vaakst toegepast in relatief ondiep water (< 30 m).

Suction bucket – Een fundering met een soort omgekeerde ‘emmer’ die in zacht bodemsediment aangebracht wordt. Dit type fundering berust op het creëren van een vacuüm onder de fundering dat zorgt voor een neerwaartse zuigkracht en de windturbine op zijn plek houdt. Hiervoor is een kleiige of zandige

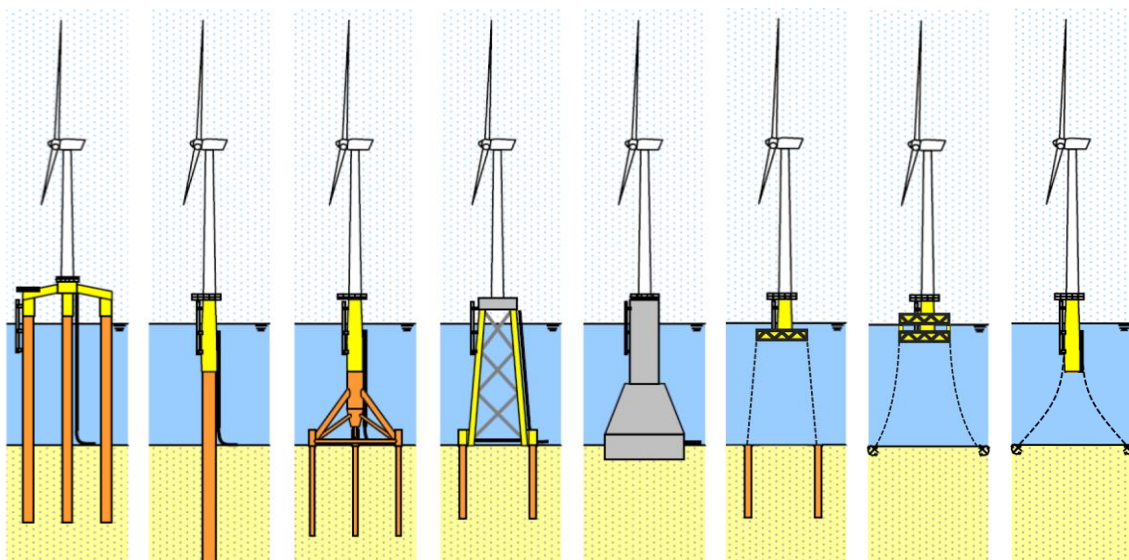
ondergrond vereist. Deze techniek vereist ook minder constructiemateriaal wat een groot economisch voordeel is. Deze techniek is vrij nieuw en wordt daarom nog niet grootschalig ingezet.

Gravity-based – Deze fundering is gebaseerd op het aanbrengen van een gewicht aan de onderzijde van de windturbine. Het gewicht is zodanig zwaar dat het laterale krachten weet op te vangen zonder dat deze omvalt of in beweging komt. De fundering vereist een zandige, gecompacteerd kleiige of bedrock ondergrond. Ook deze fundering is goedkoop, maar kan relatief weinig gewicht dragen. Dit type wordt daarom alleen in zeer ondiep water toegepast (<10 m).

Drijvend – Omdat de ondiepe wateren steeds meer volgebouwd worden met windparken, vinden er technische innovaties plaats met als doel het realiseren van rendabele windparken in dieper water. Eén van deze innovaties is de drijvende fundering. Bij dit type fundering zorgt een drijvende basis van de windturbine in combinatie met een verankering in de zeebodem voor de benodigde stabiliteit. Een aantal concepten van een drijvende fundering wordt op dit moment onderzocht:

- **Tension-leg platform** – Dit concept bestaat uit een onderwater als boei basis die met stalen tension kabels aan de funderingen direct onder de boei bevestigd worden aan de zeebodem. Hiervoor kunnen suction buckets gebruikt worden of funderingen die dieper in de bodem bevestigd worden. Door de balans tussen de opwaartse drijfkracht en de neerwaartse trekkracht van de kabels wordt de fundering stabiel op zijn plaats gehouden.
- **Semi-submersible platform** – Ook kan er een breed drijvend platform als basis gebruikt worden voor een windturbine die drijft op het oppervlak. De spar en het drijvende platform worden met meerdere stalen of elastische kettingen in de radiale richting op hun plek gehouden door ingegraven ankers (door laterale trekkracht van de kabels) of funderingen. De omvang van het drijvende platform zorgt voor de stabiliteit.
- **Spar boei** – De spar boei is een drijvende langwerpige basis met ballast onderin om de windturbine rechtop te houden. Dit concept wordt ook op zijn plek gehouden met meerdere stalen of elastische kettingen in de radiale richting met daaraan een fundering of anker.

Figuur 5.2 Type funderingen van offshore windturbines, van links naar rechts: jacket, monopile, tripod, suction bucket, gravity-based en drijvend (tension leg platform, semi-submersible platform en spar boei).



Een voordeel van drijvende funderingen is de mogelijkheid tot plaatsing in grote waterdieptes (tot 200 m) en op complexe zeebodems. De installatie van andere typen funderingen is in deze gebieden vaak niet mogelijk of rendabel. Andere voordelen zijn de mogelijkheid tot constructie van dit type windmodelens in havens (en het slepen van de windturbines naar hun locatie op zee), de hogere windsnelheden verder offshore en de gemiddeld gezien kleinere bodemberoering die plaatsvindt ten gevolge van de fundering en erosiebescherming zelf, doordat het gewicht van de windturbines niet door de zeebodem maar door de drijfkracht opgevangen wordt. Bij dit type funderingen zorgen bijvoorbeeld de ankerlijnen, die de drijvende funderingen met de ankers verbinden, wel voor de nodige bodemberoering, doordat de drijvende funderingen binnen zekere grenzen bewegen en daarmee ankerlijnen over de bodem bewegen (Ma et al., 2019).

5.1.2 Ruimtelijke impact van windenergiegebied Nederwiek (zuid)

De aanleg van het windenergiegebied gaat gepaard met het aantasten van de zeebodem. Zo zal de bodem tijdens de aanleg en operatie van kavel I Nederwiek (zuid) hoofdzakelijk worden beïnvloed door de volgende werkzaamheden:

- Het verwijderen van onontpofte oorlogsresten en wrakken;
- Het inbrengen van de parkbekabeling zelf met jetting- en trenchingtechnieken;
- Het drukken van de steunpoten van jack-up schepen op de zeebodem tijdens het plaatsen van de windturbinefunderingen;
- Het plaatsen van windturbinefunderingen en omliggende erosiebescherming op de zeebodem.

De laatstgenoemde werkzaamheid is permanent waar de anderen slechts tijdelijk zijn. In deze sectie wordt de directe ruimtelijke impact door het beroeren van oppervlakten zeebodem bepaald voor de bovengenoemde werkzaamheden. Deze bepaling fungeert als afbakening van het beoordelingskader voor de effecten op de morfologie en hydrodynamica.

Verwijdering van ontplofbare oorlogsresten en (archeologische) wrakken

Het verwijderen van onontpofte oorlogsresten en wrakken zal als voorwerk plaatsvinden om de windturbinefunderingen, erosiebeschermingen en parkbekabeling aan te kunnen brengen⁴⁵. Omdat het verwijderen van de onontpofte resten en wrakken met name plaatsvindt op de locaties waar de funderingen, omliggende erosiebescherming of de parkbekabeling worden aangelegd, draagt dit voorwerk maar zeer beperkt bij aan extra impact op de bodem. Omdat de exacte aanwezigheid van onontpofte resten en wrakken nog verder bepaald dient te worden en het ook per object verschilt hoeveel bodem er beïnvloed wordt bij verwijdering is het lastig om een oppervlakte vast te stellen. Om die reden wordt er bij de som van de oppervlakten volgend uit de volgende secties 1% opgeteld om rekening te houden met eventuele verwijdering buiten het gebied. Dit resulteert naar verwachting in een bodemberoering tussen 34.000 m² en 67.000 m².

Aanleg parkbekabeling

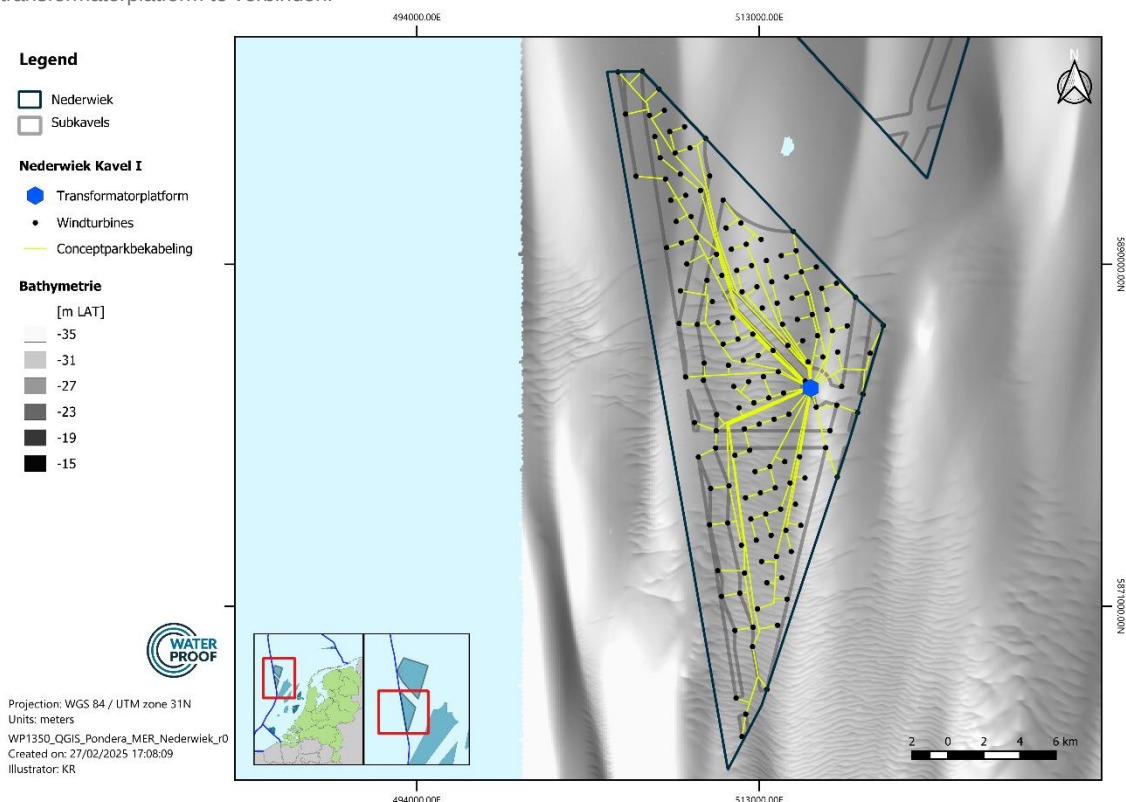
Wat betreft de invulling van de kabelinfrastructuur is nog weinig informatie beschikbaar. Wel is bekend dat het windpark Nederwiek I zal worden uitgerust met één 2-GW-transformatorstation. De effecten van de hoogspanningskabel tussen het transformatorstation en het landelijke energienet is geen onderdeel van dit MER en zijn in een apart MER beschreven. De parkbekabeling zal bestaan uit 66 kV kabels, zogenaamde

⁴⁵ De (mogelijke) ligging van ontplofbare oorlogsresten en (archeologische) wrakken wordt behandeld in hoofdstuk in paragrafen 10.12 en 10.14.

inter-array kabels. Omdat nog onbekend is hoeveel windturbines er zullen worden geplaatst, is het ook lastig een bepaling te doen van de te verwachten ruimtelijke impact van de parkbekabeling. De maximale ruimtelijke impact is daarom bepaald met een conceptuele parkbekabelingsindeling, gegeven door het product van van:

- Een totale kabellengte van een conceptuele indeling voor 153 windturbines van 15 MW verspreid over Nederwiek I met 6 turbines per streng. Dit is 153 windturbines over 28 aansluitingen en afgerond naar boven. De conceptuele indeling is weergegeven in Figuur 5.3.
- Een 20% toename door toepassing van kosten-optimalisatiesoftware (die de lengte doet toenemen)⁴⁶.
- Een 20% afname (doordat de conceptuele kabelinfrastructuur nog geoptimaliseerd kan worden in de totale benodigde lengte).
- Een beroerde zone met een breedte van 15 m dwars op de kabellengte, wat de maximale breedte van een trencher is.

Figuur 5.3 Conceptuele parkbekabelinginfrastructuur benodigd om 153 15-MW windturbines met het transformatorplatform te verbinden.



De totale geschatte benodigde parkkabel lengte die volgt uit de berekening is afgerond 334 km en de ruimtelijke impact is 4.805.000 m² voor de conceptuele indeling. In het geval van 20-MW turbines hoeven er minder turbines op een streng aangesloten te worden bij een vast aantal aansluitingen van 28. Dit zal

⁴⁶ In 2018 is er optimalisatie software ontwikkeld om in detail te bepalen wat de optimale route van de funderingen naar het transformatorplatform is, waarbij de kosten als functie van prijs per meter kabel, ingraven, onderhoud, begraaftediepte, etc. wordt bepaald. De kabellengte wordt (gebaseerd op de ervaringen bij Borssele I en II) daardoor circa 20% langer dan wanneer in een rechte lijn een kabel tussen transformator en windturbine wordt aangelegd, zoals in de berekening is meegenomen.

naar verwachting leiden tot een kleinere ruimtelijke impact. Naar verwachting is een kabelinfrastructuur horend bij een windpark met 15-MW turbines dus een worst-case scenario en met 20-MW turbines een best-case. Aan de hand van schaling met het aantal turbines is voor de berekende maximale bodemberoering bij 153 turbines (15% overplanting) geschaald naar de overige alternatieven (15- of 20-MW turbines en overplantingspercentages van 0, 5 en 15%). De geschatte ruimtelijke impact van de verschillende alternatieven wordt gepresenteerd in Tabel 5.2. De geschatte ruimtelijke impact varieert tussen de 3.140.000 en 4.805.000 m², wat overeenkomt met 1,15 en 1,76% van het oppervlak van windpark Nederwiek I.

Tabel 5.2: Geschatte kabellengte en ruimtelijke impact als gevolg van de aanleg van de parkbekabeling voor de alternatieven.

1a	0	134	15	292	4.208.000
2a	0	100	20	218	3.140.000
1b	5	140	15	305	4.397.000
2b	5	106	20	231	3.329.000
1c	15	153	15	334	4.805.000
2c	15	115	20	251	3.611.000

Drukken van steunpoten van jack-up schepen tijdens de aanleg van de windturbinefunderingen
 Voor het plaatsen van de windturbinefunderingen wordt gebruik gemaakt van jack-up schepen. Dit zijn schepen die tijdens de werkzaamheden gestabiliseerd worden door steunpoten naar de bodem te laten zakken. De diameter van de steunpoten die op de bodem staan, varieert tussen 10-20 m (bijv. Hossain et al. 2022). Hieronder worden voorbeelden genoemd van huidige jack-up schepen en bijbehorende afmetingen van de steunpoten:

- Vole au Vent (Jan de Nul): 4 steunpoten van 125 m², wat neerkomt op een diameter van 6.3 m per steunpoot.
- Voltaire (Jan de Nul): nieuw gebouwd schip met 4 steunpoten van 250 m², wat neerkomt op een diameter van 8.9 m. Het schip zal als eerste project 14-MW turbines gaan plaatsen in windpark Dogger Bank.
- Aeolus (Van Oord): 4 steunpoten van 4.5 m diameter, wat neerkomt op een oppervlak van 15.9 m² per steunpoot.
- Boreas (Van Oord): nieuw gebouwd schip voor de aanleg van 20-MW turbines, 4 steunpoten met een onbekende diameter en oppervlak. Dit schip is ongeveer 1,25 maal de lengte van de Aeolus en 1,30 maal de breedte. De steunpoten zullen naar verwachting daarom ook een dergelijke factor groter zijn.

Omdat turbines van 15-20 MW in de praktijk nog beperkt worden toegepast is het verwachting dat de jack-up schepen nu nog kleinere steunpoten hebben dan wat er uiteindelijk toegepast zal worden of nodig zal zijn voor de installatie van Nederwiek I. Dit blijkt ook uit aangekondigde bestellingen van aannemers zoals Van Oord (Boreas). Die bestellen grotere jack-up schepen om 20-MW turbines aan te kunnen leggen in de toekomst. Daarom wordt een diameter van 20 m als conservatieve inschatting aangehouden. Als wordt uitgegaan van 4 ronde steunpoten met een diameter van 20 m, dan is het oppervlak voor een jack-up schip ca. 314 m² per steunende poot en 1250 m² aangelegde fundering uitgaand van 4 steunpoten. Het is

onbekend of 15-MW windturbines met een jack-up schip zullen worden aangelegd die met een kleinere oppervlakte op de bodem drukt. Daarom is voor de bepaling van de ruimtelijke impact steeds van dezelfde diameter uitgegaan en schaaft de impact alleen met het aantal aangelegde turbines. De resultaten voor de alternatieven zijn weergegeven in Tabel 5.3. De impact varieert naar verwachting tussen de 126.000 en 192.000 m², wat overeenkomt met 0,046 en 0,070% van het oppervlak van Nederwiek I. Een groter aantal windturbines van 15 MW heeft een grotere ruimtelijke impact dan een kleiner aantal 20 MW turbines op het gebied van beroerde bodem door jack-up schepen.

Tabel 5.3: Geschatte ruimtelijke impact van het drukken van de steunpoten van jack-up schepen op de zeebodem.

1a	0	134	15	168.000
2a	0	100	20	126.000
1b	5	140	15	176.000
2b	5	106	20	133.000
1c	15	153	15	192.000
2c	15	115	20	145.000

Plaatsing windturbinefunderingen en erosiebescherming

Het plaatsen van de windturbinefunderingen en het aanbrengen van de omliggende erosiebescherming gaat gepaard met het permanent aantasten van de zeebodem. De mate waarmee dit gebeurt is sterk afhankelijk van de variabelen zoals aantal turbines dat zal worden gebouwd en tevens het type fundering. Het totaal oppervlak aan funderingen en erosiebescherming voor het gehele windpark is weergegeven in Tabel 5.4. Bij de berekeningen van de oppervlaktes van de erosiebescherming is uitgegaan van de volgende aannames (gebaseerd op empirische relaties tussen de paaldiameter en het benodigd oppervlak dat beschermd dient te worden):

- Jacket (4 palen per fundering): erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Monopile (1 paal per fundering): erosiebescherming = 3 maal de paaldiameter;
- Tripod (3 palen per fundering): erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Suction bucket: erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Gravity-based (1 paal per fundering): erosiebescherming = 3 maal de paaldiameter;
- Drijvend (barge/semi-submersible platform met 3 ankers per turbine met ankerlijnen): bodemberoering door de ankerlijnen = 0.25 maal de kabellengte van 100 m over een afstand van maximaal 10 m.

De grootte en het aantal ankers/funderingen per drijvende windturbine verschillen erg in de praktijk. Voor de drijvende windturbine is gekozen voor een barge/semi-submersible platform dat met 3 ankerlijnen aan ankers in de bodem op zijn plek gehouden wordt. Vryhoff (2018) beschrijft een groot aantal ankers die variëren in grootte van enkele meters tot 10 meter. Ankers van 7,0 m zijn aangehouden. Deze zijn relatief groot, maar niet buitenproportioneel. Tevens gaan we in dit MER uit van 3 ankerlijnen zoals ook in het concept ontwerp is aangehouden voor een 15 MW turbine (Allen, 2020; Verde & Lages, 2023). Drijvende windturbines hebben enige bewegingsruimte, doordat de curve van de lijnen zich aanpast aan de trekkrachten die ontstaan door golven, wind, stroming en tevens het gewicht van de kabels zelf. Hierdoor kunnen delen van de kabels die op de bodem liggen enigszins bewegen en de bodem beroeren. Om dit effect op te nemen, zijn we uitgegaan van een situatie waarin 1/4^{de} van de 100 meter lange kabel op de bodem ligt en 10 m offset kan hebben door beweging van het platform.

Uit de beschouwde literatuur volgt dat er in de praktijk nog nauwelijks windturbines zijn die 15 of 20 MW halen op drijvende funderingen (Diaz et al. 2022). Echter zijn er wel concept- en ontwerpstudies voor drijvende windturbines van 15 MW (Allen et al., 2020, Tong et al. 2023; Verde & Lages, 2023). Van grote bestaande en geplande drijvende projecten in de praktijk met ca. 6,0-9,5 MW windturbines is bekend dat ze alleen in grotere waterdieptes (> 60 m) voorkomen (Diaz et al., 2022) waar de waterdieptes in het beoogde windenergiegebied slechts variëren tussen de 25 en 33 m LAT. Dit is omdat andere funderingstypes momenteel economischer zijn in kleine waterdieptes en omdat er op het gebied van drijvende funderingen nog veel geïnnoveerd wordt. Drijvende windturbines zijn daarom wel beschouwd maar niet als waarschijnlijk alternatief opgenomen.

Uit de berekende ruimtelijke impact van de funderingen en erosiebescherming kan worden geconcludeerd dat de beroerde bodem sterk afhankelijk is van het aantal funderingen en tevens het type. Tripod-funderingen met een 15-MW turbines zorgen voor de kleinste permanente ruimtelijke impact (best-case op gebied van funderingen en erosiebescherming). Gravity-based-funderingen met 20-MW turbines leiden tot de grootste permanente ruimtelijke impact (worst-case op gebied van funderingen en erosiebescherming).

Tabel 5.4 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark). Onderstaande afmetingen zijn indicatief bedoeld en kunnen project specifiek afwijken. Met overplanting wordt een procentuele toename bedoeld van het aantal windturbines die met hun funderingen een groter bodemoppervlak beslaan.

Type fundering	Aantal poten	Totaal oppervlak fundering (m ²)*	Oppervlak erosie-bescherming per turbine (m ²)	Totaal oppervlak erosie-bescherming (m ²)*	Totaal oppervlak (m ²)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 5% (m ²)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 15% (m ²)*
Jacket Ø 3 m (15 MW)	4	3.800	679	90.900	94.700	99.000	108.100
Jacket Ø 5 m (20 MW)	4	7.900	1.885	188.500	196.400	208.100	225.800
Monopile Ø 11,5 m (15 MW)	1	13.900	831	111.300	125.300	130.900	143.000
Monopile Ø 15,0 m (20 MW)	1	17.700	1.414	141.400	159.000	168.600	182.900
Tripod Ø 3,0 m (15 MW)	3	2.800	509	68.200	71.000	74.200	81.100
Tripod Ø 5,0 m (20 MW)	3	5.900	1.414	141.400	147.300	156.100	169.400
Suction bucket Ø 20,0 m (15 MW)	1	42.100	7.540	1.010.300	1.052.400	1.099.600	1.201.700
Suction bucket Ø 30,0 m (20 MW)	1	70.700	16.965	1.696.500	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Gravity-based Fundatie Ø 40,0 m (15 MW)	1	168.400	10.053	1.347.100	1.515.500	1.583.400	1.730.400
Gravity-based Fundatie Ø 50,0 m (20 MW)	1	196.400	15.708	1.570.800	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (15 MW)	3**	15.500	750***	100.500***	116.000	121.200	132.400
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (20 MW)	3**	11.500	750***	75.000***	86.500	91.700	99.500

*Deze waarden zijn afgerond op honderdtallen.

**De drijvende funderingen zijn verankerd met 3 ankerlijnen.

***De drijvende funderingen hebben geen erosiebescherming maar een oppervlak dat beroerd wordt door de bewegende ankerlijnen op de bodem.

Cumulatieve ruimtelijke impact

De (bandbreedte in) de ruimtelijke impact van de verschillende geplande werkzaamheden is in voorgaande secties beschreven. Deze sectie presenteert een opsomming van de ruimtelijke impact van de verschillende werkzaamheden behorende bij het windpark. De bijbehorende getallen zijn weergegeven in Tabel 5.5. Voor de ruimtelijke impact van de funderingen en bijbehorende erosiebescherming is de kleinste en grootste oppervlakte waarde gekozen uit Tabel 5.4, apart voor 15- en 20-MW windturbines. Met behulp van deze waarden is vervolgens bepaald (1% van alle werkzaamheden) wat de minimale en maximale ruimtelijke impact is van het verwijderen van onontpofte oorlogsresten en wrakken. Tenslotte is de totale ruimtelijke impact bepaald als de som van alle werkzaamheden.

De aanleg van de parkbekabeling zorgt naar verwachting voor de meeste bodemberoering, met name wanneer er 15-MW turbines worden geplaatst waardoor er meer kabels moeten worden aangelegd om alle turbines te verbinden. Voor het effect van het drukken van de steunpoten van jack-up schepen op de bodem geldt ook dat er een grotere ruimtelijke impact is voor de bouw van 15-MW turbines dan wanneer er tot de bouw van 20-MW wordt besloten. Echter is de verwachte ruimtelijke impact van de jack-up schepen beperkt, net als de impact van het verwijderen van oorlogsresten en wrakken.

Voor de permante ruimtelijke impact als gevolg van het plaatsen funderingen en erosiebescherming geldt een beoordeling die andersom luidt; daar hebben grotere windmolens van 20-MW ook een grotere fundering nodig wat leidt tot een vergrote ruimtelijke impact ondanks dat het aantal turbines dan kleiner is. Als gevolg van het feit dat voor elke werkzaamheid verschillend is welk alternatief (15 of 20 MW) de meeste bodemberoering veroorzaakt, is de variatie in totale ruimtelijke impact dan ook beperkt. De best- en worst-case per werkzaamheid heffen elkaar dus gedeeltelijk op. De bandbreedte in de totale verwachte ruimtelijke impact is 3.447.300 – 6.794.400 m² wat overeenkomt met 1,26 tot 2,49% van het gehele oppervlak van Nederwiek I. Voor de effectenbeoordeling van bepaalde beoordelingscriteria die hieronder verder zijn beschreven, zal de bepaalde ruimtelijke impact in voorgaande secties leidend zijn in dit hoofdstuk.

Tabel 5.5: Opsomming van de verwachte ruimtelijke impacts van de verschillende werkzaamheden.

Alternatief	Park-bekabeling (m ²)	Steunpoten tijdens aanleg (m ²)	Funderingen en erosie-bescherming minimaal (m ²)	Funderingen en erosie-bescherming maximaal (m ²)	Verwijdering resten en wrakken minimaal (m ²)	Verwijdering resten en wrakken maximaal (m ²)	Totaal minimaal (m ²)	Totaal maximaal (m ²)
1a	4.208.000	168.000	71.000	1.515.500	44.000	59.000	4.491.000	5.950.500
2a	3.140.000	126.000	147.300	1.767.100	34.000	50.000	3.447.300	5.083.100
1b	4.397.000	176.000	74.200	1.584.400	46.000	62.000	4.693.200	6.219.400
2b	3.329.000	133.000	156.100	1.873.200	36.000	53.000	3.654.100	5.388.200
1c	4.805.000	192.000	81.100	1.730.400	51.000	67.000	5.129.100	6.794.400
2c	3.611.000	145.000	169.400	2.032.200	39.000	58.000	3.964.400	5.846.200

5.1.3 Vastelling van onderzochte alternatieven voor de effecten op de morfologie en hydrodynamica

Basisalternatieven

Er worden in dit hoofdstuk twee basisalternatieven beschouwd voor het vermogen van de windturbines: 15 MW en 20 MW per turbine, waar respectievelijk 134 en 100 windturbines nodig zijn om tot de beoogde 2,0 GW te komen. Om de bandbreedte van de milieueffecten van de funderingen in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen en die het meest waarschijnlijk zullen worden toegepast in Nederwiek. Dit zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste permanente bodemberoering (volgend uit Tabel 5.4). Dit zijn een tripod-fundering met 134 15-MW windturbines en een gravity-based-fundering met 100 20-MW windturbines.

In de voorgaande secties is bepaald dat andere werkzaamheden zoals de plaatsing van de turbines met jack-up schepen en de aanleg van de parkbekabeling ook bijdragen aan de ruimtelijke impact. Echter zijn de betreffende werkzaamheden tijdelijk van aard en worden deze als ondergeschikt bevonden op de levensduur van een windpark van 40 jaar. Om deze reden worden de onderzochte alternatieven voor de morfologische en hydrodynamische effecten gebaseerd op de permanente ruimtelijke impact van de funderingen en de erosiebescherming. Bovendien zijn tripods en gravity-based funderingen ook uitersten als het aankomt op hoeveel ruimte ze in de waterkolom (een doorlatend frame of een groot massief blok) innemen en welk effect ze naar verwachting op de waterbeweging hebben. De resulterende alternatieven waarvoor de effecten beschreven zullen worden, zijn daardoor:

- Alternatief 1a (minste permanente bodemberoering, best case): een 15 MW-turbine op een tripod fundering met een doorsnede van 3 meter per poot. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.
- Alternatief 2a (meeste permanente bodemberoering, worst case): een 20 MW-turbine op een gravity-based fundering met een doorsnede van 50 meter of op een suction bucket fundering met een doorsnede van 30 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming voor beide gevallen (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

Overplantingsalternatieven

In dit hoofdstuk worden ook overplantingsscenario's van 5% (2,1 GW energieopbrengst) en 15% (2,3 GW energieopbrengst) beschouwd. Hierbij wordt er in plaats van 100 (20 MW) en 134 (15 MW) respectievelijk het volgende aantal windturbines geplaatst:

- 106 en 140 windturbines (5%)
- 115 en 153 windturbines (15%)

Middels deze overplantingen van 5 en 15% wordt de totale capaciteit van 2 GW overschreden (2,1-2,3 GW). Hierbij is de aanname gedaan dat de windturbines zo evenredig als mogelijk verdeeld worden over kavel I zoals in Figuur 5.1 en dat daarmee de onderlinge afstand tussen de turbines slechts beperkt afneemt. Net als voor de basisalternatieven is voor de overplantingsalternatieven van 5 en 15% ook uitgegaan van best- en worst-case-scenario's. De beoordelingscriteria worden in de volgende paragrafen besproken.

- Overplantingsalternatief 1b (minste permanente bodemberoering, best case): idem als alternatief 1 maar met 140 turbines (5% meer).

- Overplantingsalternatief 2b (meeste permanente bodemberoering, worst case): idem als alternatief 2, maar met 106 turbines (5% meer).
- Overplantingsalternatief 1c (minste permanente bodemberoering, best case): idem als alternatief 1 maar met 153 turbines (15% meer).
- Overplantingsalternatief 2c (meeste permanente bodemberoering, worst case): idem als alternatief 2, maar met 115 turbines (15% meer).

5.1.4 Golven

Bepalende factoren voor het golfklimaat zijn de kracht en duur van de wind, de strijklengte (dit is de lengte van de open zee waarover de wind waait en een golf kan groeien) en de waterdiepte. Golven kunnen tevens worden opgewekt door niet-lokale windvelden elders, waarna de golven naar het projectgebied propageren. Deze golven zijn vaak wat langer dan de lokaal opgewekte golven en wordt ook wel deining genoemd. Golven spelen een grote rol in de morfologische processen door hun invloed op het sedimenttransport. Daarbij geldt: des te ondieper het water, des te groter de invloed van de golven op het transport van sediment.

Pas vanaf een bepaalde waterdiepte kunnen golven met een specifieke lengte het sediment van de bodem in beweging brengen. Deze 'opwoeling' door golven zelf zorgt niet voor grote transporten van sediment; wel maakt de opwoeling door de golven het mogelijk dat bodemmateriaal kan worden getransporteerd door (getij)stromingen die op zichzelf niet sterk genoeg zijn om het sediment van de bodem los te maken. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal (korrelgrootte, percentage silt en klei in het sediment) en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak (afhankelijk van de o.a. de golfhoogte, golflengte en waterdiepte).

5.1.5 Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind, luchtdruk en golven. De waterstanden in het projectgebied worden voornamelijk gedomineerd door het getij waarbij tweemaal daags hoog- en laagwater voorkomt. De getijdengolven draaien om twee amfidromische punten heen in de zuidelijke Noordzee en door het Coriolis-effect bewegen de getijdegolven zich langs de kust in die richting tegen de klok in. Door wind en luchtdruk kunnen de waterstanden tijdelijk enkele tientallen centimeters verhogen/verlagen. De waterstandsvariaties als gevolg van het getij, de wind en luchtdrukverschillen resulteren in stromingen.

Het getij zorgt voor de grootste stromingen. De Noordzee tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk maakt deel uit van het continentaal plat en is daarmee vrij ondiep met als gevolg dat de getijdegolf gedeformeerd wordt. Dit resulteert in een asymmetrische golf met ongelijke stroomsnelheden in de eb- en vloedrichting. Door de cyclus van springtij en doodtij variëren de stromingen ook in de tijd. Wind heeft ook effect op de stromingen maar die zijn over het algemeen in de dieptes van kavel I Nederwiek (zuid) (-25 tot -33 m LAT) een of twee ordes kleiner dan de getijstroming.

5.1.6 Waterdiepte en bodemvormen

De waterdiepte bepaalt in belangrijke mate de relatieve invloed van golven en getij op de zeebodem en speelt derhalve een grote rol bij morfologische processen.

De zeebodem is over het algemeen niet vlak; in de Noordzee komen een aantal bodemvormen voor die ieder een specifieke lengte en grootte hebben. De grootse bodemvormen zijn zandbanken: deze zijn over het algemeen enkele meters hoog en tientallen kilometerslang, zijn relatief stabiel en migreren nauwelijks tot niet. Zandbanken liggen meestal parallel aan, of onder een kleine hoek met, de dominante getijdestroom. Op die zandbanken kunnen, voornamelijk in waterdieptes groter dan circa 20-25 m, zandgolven aanwezig zijn. Zandgolven zijn overwegend haaks op de getijdestroming georiënteerd, hebben een golflengte van circa 200-1000 m en migreren in de richting van de dominante getijdestroom; in de Noordzee is dat de vloedstroom. De migratiesnelheden van deze zandgolven variëren tussen 1 en 10 m, afhankelijk van de plek in de Noordzee. Richting het noorden neemt de getijdestroming af waardoor de migratiesnelheden ook afnemen in Noordelijke richting. Op deze zandgolven kunnen megaribbels aanwezig zijn; deze hebben een golflengte van 5-15 m en migreren snel (meters per dag/week) onder invloed van golven en de (getij)stroming. De migratierichting is dan ook sterk afhankelijk van de dominante golfrichting en (getij)stroming. De aanwezigheid van deze mobiele bodemvormen is de belangrijkste reden om kabels in de zeebodem te begraven.

5.1.7 Bodemsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de bodem speelt ook een belangrijke rol bij verschillende processen. Bij sediment wordt onderscheid gemaakt tussen zand en slib. Zand bestaat uit de sedimentkorrels die grover zijn dan 63 μm waar slib juist fijner is dan 63 μm .

De grootte van het zand, die uitgedrukt wordt in de mediane korrelgrootte (D_{50}), bepaalt de mate van sedimenttransport. Hoe grover het zand, hoe moeilijker de korrels in beweging komen, hoe kleiner het transport en hoe minder gemakkelijk bijvoorbeeld ontgrondingskuilen kunnen ontstaan.

Ook kan het slib, de zogenaamde fijne fractie, een groot effect hebben op het gedrag van de bodem. Deze fijne slibdeeltjes zijn 'cohesief': ze plakken aan elkaar waardoor het sediment als geheel minder makkelijk in transport kan worden gebracht. Het in suspensie raken van dit fijne sediment door erosie of verstoring van de bodem (sleepnetten/baggeren) zorgt voor vertroebeling (zie volgende paragraaf) omdat slib traag bezinkt. Als gevolg hiervan wordt de fijne fractie, wanneer deze eenmaal in suspensie wordt gebracht, met hogere snelheid en over grotere afstanden getransporteerd. Het in beweging komen van sediment is dus afhankelijk van het samenspel van de cohesie en de korrelgrootte die de massa en het frontale oppervlak bepaalt van de korrels bepaalt en daarmee de kracht die waterbeweging moet uitoefenen om de korrels in beweging te krijgen. Zo heeft de karakteristiek van het sediment grote invloed op het sedimenttransport, het optreden van ontgrondingskuilen (erosiekuilen) en de troebelheid. Tevens is de bodemsamenstelling van belang voor de funderingen van windturbines en het ingraven van kabels.

5.1.8 Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid of helderheid van het water bepaalt de mate waarin licht, dat voor algen en andere organismen belangrijk is, kan doordringen in de waterkolom. De troebelheid wordt bepaald door de aanvoer van slib uit rivieren of vanuit andere delen van de Noordzee, het baggeren- en storten van sediment op zee en de opwerveling door natuurlijke processen (golven/stroming) en menselijk handelen (visserij/scheepvaart). Tijdens stormen kan recent afgezet slib onder invloed van waterbeweging opnieuw opwervelen (resuspensie). In de winterperiode is het gehalte zwevend stof over het algemeen hoger dan in het voorjaar en de zomer; het groeiseizoen van de meeste organismen. Hoewel de bijdrage klein is en vooral lokaal effect kan hebben, wordt langs de Nederlandse kust de troebelheid ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen), zandwingebieden en bestaande offshore windparken.

5.1.9 Stratificatie

Stratificatie is het beperkt mixen van waterlagen onder invloed van verschillen in dichtheid. Dit verschil in dichtheid kan worden veroorzaakt door verschillen in zoutgehalte (in dat geval is er sprake van een halocline) en/of temperatuur (thermocline). In de Noordzee vindt stratificatie o.a. plaats op locaties waar rivieren uitmonden in zee. Het zoete rivierwater heeft een lagere dichtheid dan het zoute zeewater en beweegt zich daardoor over de zoute laag heen. Menging tussen beide lagen wordt bevorderd door getij- en golfwerking, turbulentie en wrijvingskrachten op de bodem. Een voorbeeld van thermische stratificatie is te vinden in de Noordzee waar de verticale menging klein is, zoals in de dieptes om de Doggersbank heen. In de zomermaanden warmt het oppervlaktewater hier dusdanig op dat er een temperatuurgradiënt ontstaat tussen het oppervlaktewater en de laag/lagen daaronder. In de herfst neemt de buitentemperatuur af en verdwijnt de stratificatie.

Stratificatie heeft invloed op o.a. de beschikbaarheid van nutriënten. De beperkte uitwisseling tussen het oppervlaktewater en de laag/lagen daaronder, zorgt ervoor dat de nutriëntenflux wordt beperkt. Dit heeft effect op o.a. de groei van algen: de nutriënten die door algen in het oppervlaktewater worden verbruikt, worden niet aangevuld uit dieper gelegen lagen. In extreme gevallen kan stratificatie leiden tot anoxische (zuurstofloze) omstandigheden nabij de bodem. In de Noordzee is hier echter geen sprake van.

5.1.10 Sedimenttransport

Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van grind, zand en slib langs de kust en op zee. Sedimenttransport treedt op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling. De bodemsamenstelling bepaalt de mate van cohesie en het gewicht/oppervlak van de korrels wat effect heeft op het in beweging komen van sediment (zie de sectie over bodemsamenstelling). Het netto sedimenttransport vindt doorgaans plaats in de dominante stroomrichting. In de zuidelijke Noordzee wordt de dominante stroomrichting bepaald door het getij en is deze in de richting van de vloedstroom.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen het transport van zand en slib. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de korreldiameter van zand (63 tot 2000 μm) en slib ($< 63 \mu\text{m}$). Het onderscheid tussen deze verschillende sedimentfracties is belangrijk omdat deze zich anders gedragen in het water en in de bodem (zie de sectie over bodemsamenstelling). Het zandtransport vindt voornamelijk langs de bodem plaats en wordt gedomineerd door de maximale stroomsnelheden als gevolg van getij en golven. Slib is meer homogeen verdeeld over de waterkolom en kan al bij lagere stroomsnelheden getransporteerd worden als het eenmaal in suspensie is. Deze fractie wordt ook vaak aangeduid als zwevend stof. Echter is slib op de bodem meer cohesief wat maakt dat sediment moeilijker in beweging komt. Door natuurlijke- of menselijke activiteiten (bijv. baggeren, trenchen en visserij) kan het sediment van de bodem worden opgewoeld, waarna het door stroming makkelijker kan worden getransporteerd.

5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

5.2.1 Huidige situatie

De dynamiek van de waterbeweging (hydrodynamica) en de bodemsamenstelling bepalen de dynamiek van zeebodem (morfodynamica). Door korte events (bijv. stormen en getijdestromen) kan de bodemligging

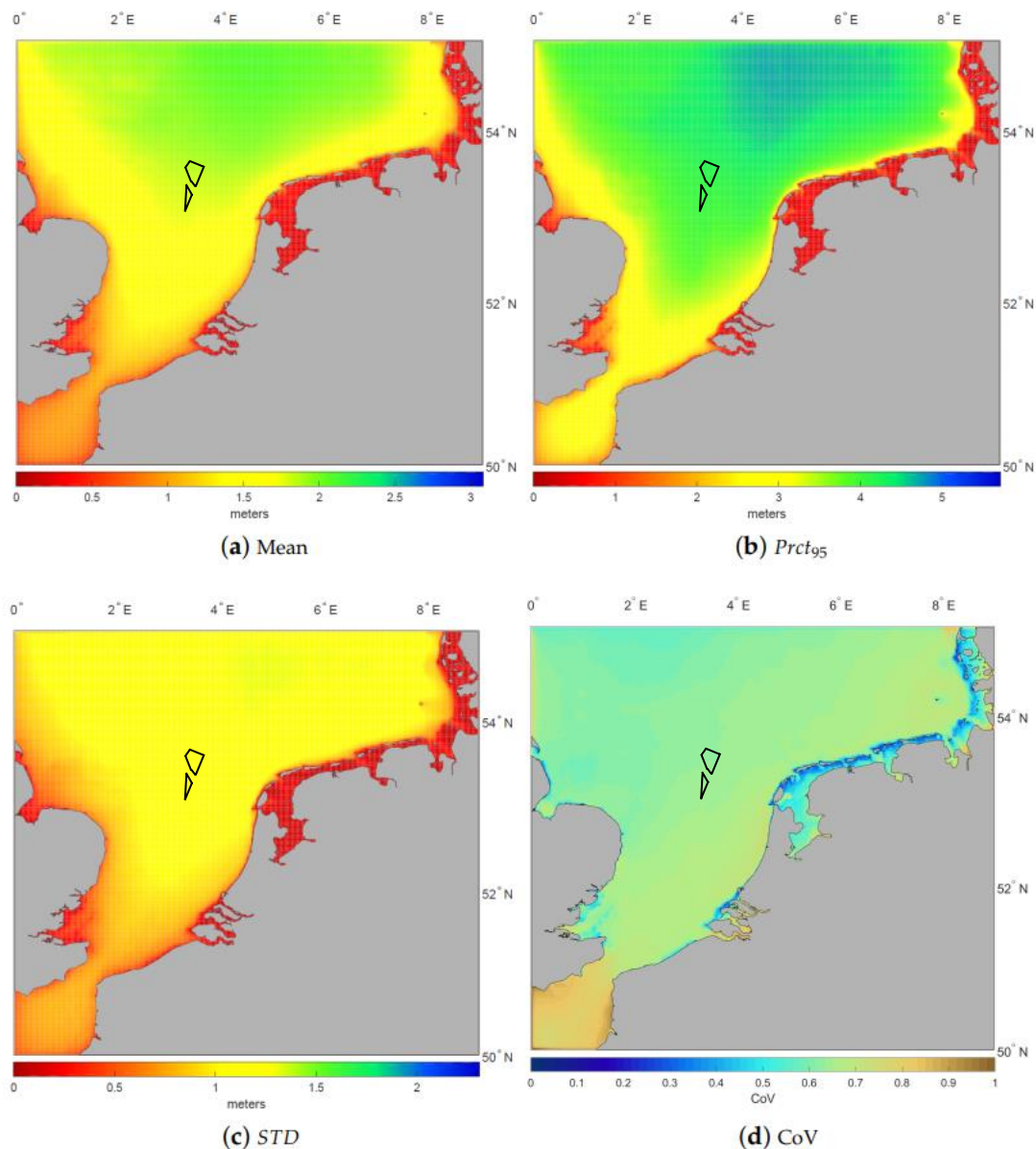
lokaal wijzigen; door systeemwijzigingen met een langere duur (o.a. zeespiegelstijging, lange trends in getijdewerking en trends in het voorkomen van stormen) wordt de bodemligging op de langere termijn beïnvloed. Over het algemeen wordt gesteld dat de bodemligging en sedimenttransporten een natuurlijk dynamisch evenwicht vormen met processen die deze sturen (hydrodynamica).

De morfodynamica en hydrodynamica kunnen naast de natuurlijke processen ook beïnvloed worden door menselijke ingrepen, bijvoorbeeld door aanleg van een windturbinepark. Om de effecten van de menselijke ingreep te kunnen kwantificeren dienen deze afgezet te worden tegen de natuurlijke processen en de invloed van deze processen op de zeebodem. In onderliggende sub-paragrafen wordt ingegaan op de belangrijkste processen.

Golven

De meeste golven in het windenergiegebied Nederwiek komen uit noordelijke en zuidwestelijke richting. De onderliggende deining, die in de Atlantische Oceaan ontstaat en zich via de noordelijke Noordzee richting Nederland beweegt, komt met name uit het noorden tot noordwesten. Figuur 5.4 geeft de karakteristieken van de significante golfhoogte (H_{m0}) weer. De golfhoogte in de omgeving van het windenergiegebied varieert sterk in de tijd ten gevolge van de windcondities (Lavidas & Polinder, 2019), zoals te zien is in paneel c (standaarddeviatie). Dit is bepaald met gemodelleerde golfhoogtes op basis van een tijdserie van wind van 38 jaar (1980-2017). De gemiddelde significante golfhoogte ter hoogte van het windenergiegebied Nederwiek volgend uit deze berekeningen is ca. 1,5 – 2,0 m. Er wordt hier een range gegeven vanwege de modelonzekerheid. De gemiddelde golfperiode is tussen de 5,0 en 6,0 s en de standaarddeviatie hiervan is circa 1,0-1,5 s.

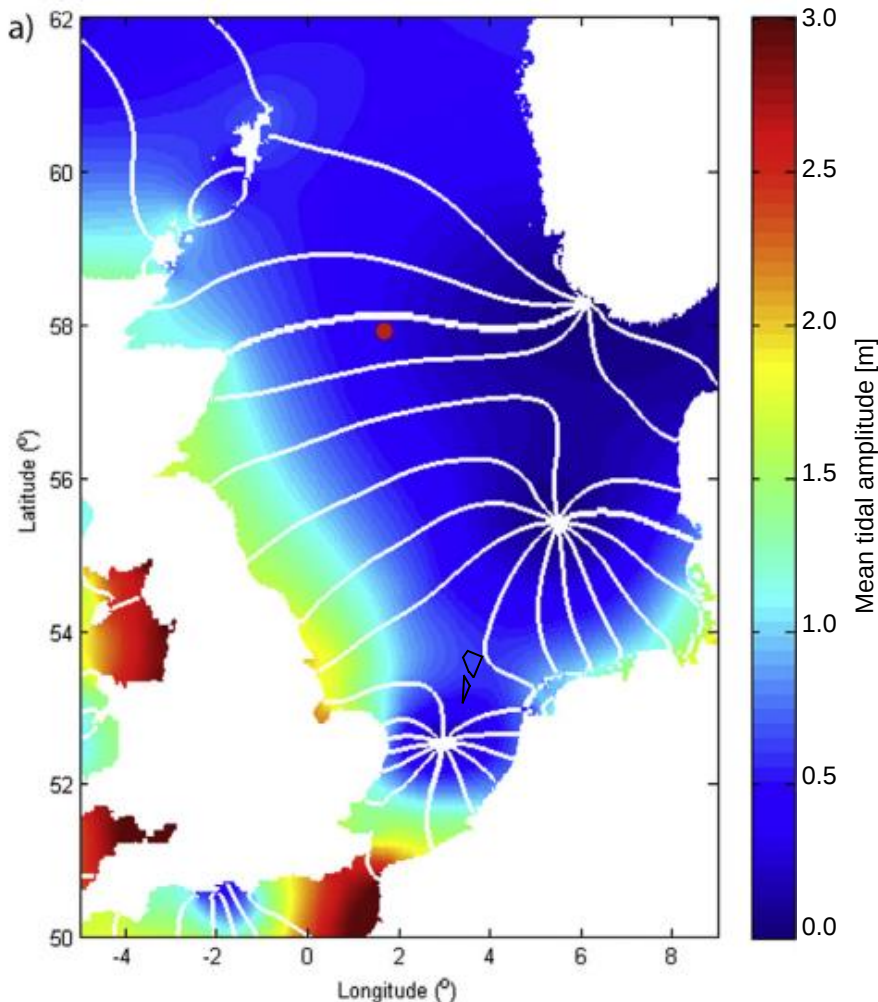
Figuur 5.4 Statistieken van de hindcast van golfhoogte H_{m0} in de periode 1980-2017. Bron: Lavidas & Polinder (2019). Windenergiegebied Nederwiek is in het zwart weergegeven



Waterbeweging

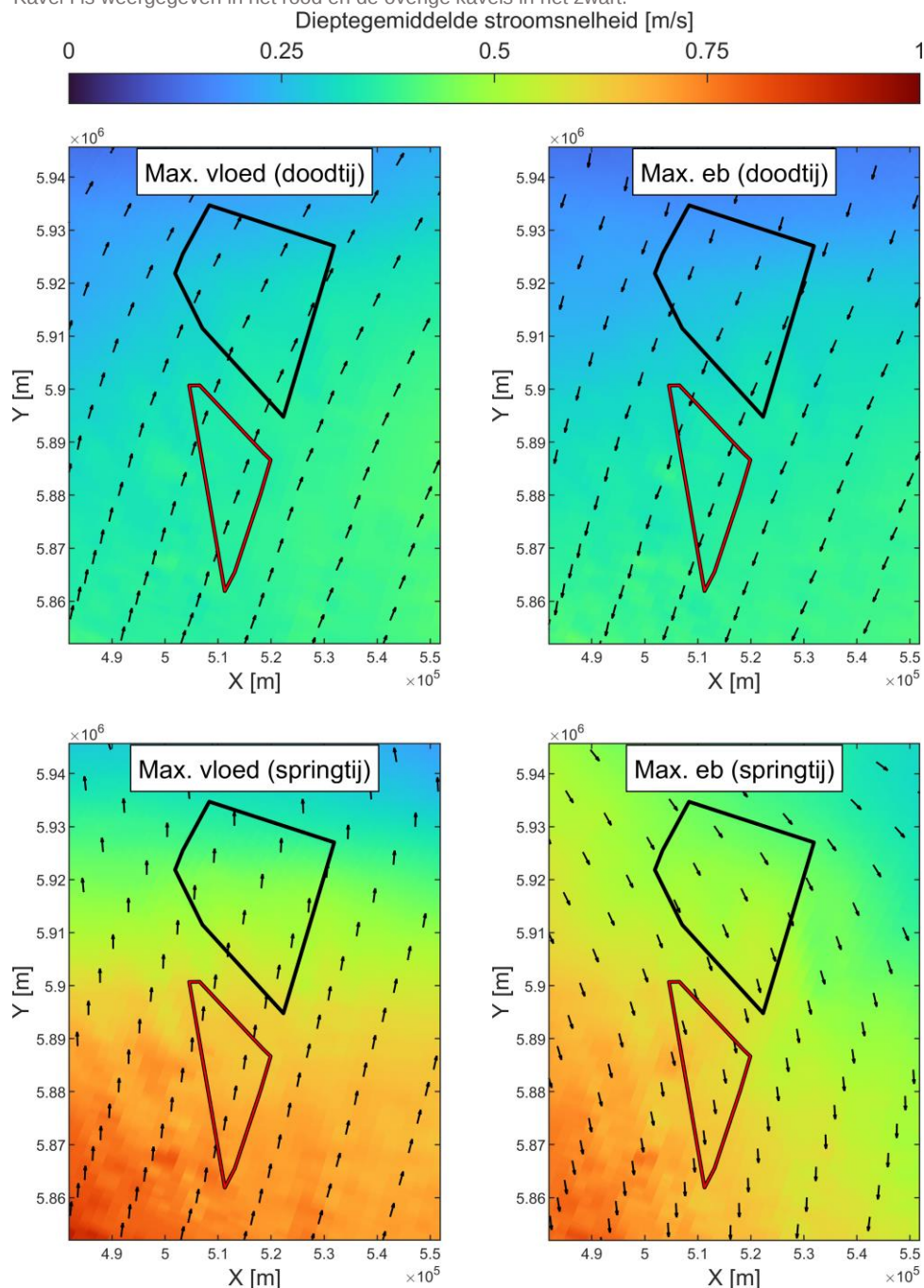
Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van noord (Den Helder: 1,4 m) naar zuid (Scheveningen: 1,7 m) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust als gevolg van de aanwezigheid van een amfidromisch punt (een punt waar de getijgolf omheen beweegt en waar het getijverschil zeer gering is), zie Figuur 5.5. Nabij het windenergiegebied is het getijverschil gemiddeld circa 0,9 m (Nauw et al., 2015) en varieert over een doottij-springtij cyclus van circa 14 dagen waarbij de amplitude hoger ligt dan het gemiddelde tijdens springtij en vice versa. Tijdens springtij, wanneer de aantrekkingskracht van de zon en maan in elkaars verlengde staan, is de getijslag iets hoger en tijdens doottij, wanneer de zon en maan onder een hoek van 90 graden met elkaar staan iets lager. In deze figuur is duidelijk het amfidromisch punt zichtbaar dat ten zuiden ligt van Nederwiek.

Figuur 5.5 Getijde-amplitude in de Noordzee weergegeven met kleur. Let op: het getijverschil is tweemaal de getijde-amplitude. De witte lijnen zijn de co-getijde lijnen. De punten langs de lijn zijn op dezelfde momenten onderhevig aan eb of vloed. Bron: Nauw et al.



De maximale ebstroom treedt op tijdens laagwater. Bij doortij is de dieptegemiddelde eb en vloed stroming circa 0,40 m/s. Tijdens springtij zijn de stroomsnelheden circa 0,65 m/s (zie Figuur 5.6). De maximale vloedstroom treedt circa 1 uur voor hoogwater op. Omdat de vloedstroom iets (ordegrootte: cm/s) groter is dan de ebstroom en de transporten voor het grootste deel door de getijde stroming worden bepaald, vindt waarschijnlijk een noordelijk gericht residueel sedimenttransport plaats. Tijdens springtij is duidelijk de invloed van het amfidromisch punt zichtbaar in de stromingsvelden.

Figuur 5.6 Stroomsnelheden op de Noordzee tijdens maximale getijstroom tijdens springtij bij windpark Nederwiek (bovenste panelen) en tijdens doodtij (onderste panelen). De stroomsnelheden zijn verkregen met het DCSM-model. Kavel I is weergegeven in het rood en de overige kavels in het zwart.



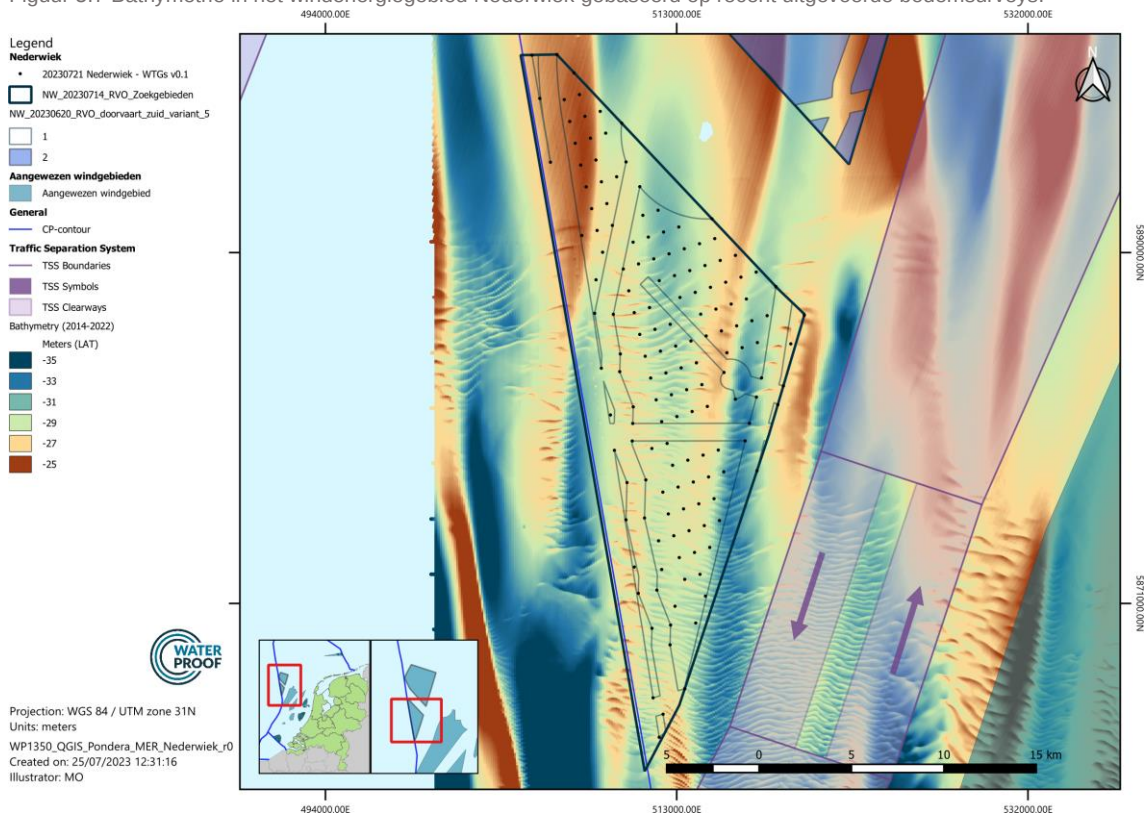
Waterdiepte en bodemvormen

De morfologie is gebaseerd op bodemsurveys van de Hydrografische Dienst met een resolutie van 20-25 m. Uit de bodemsurveys blijkt dat de morfologie in kavel I van Nederwiek complex is. De bodem is relatief oneffen met drie smalle lange zandbanken die het gebied doorkruizen gescheiden door troggen. De waterdiepte varieert daardoor sterk: van circa -25 m LAT op de aanwezige zandbanken tot circa -33 m

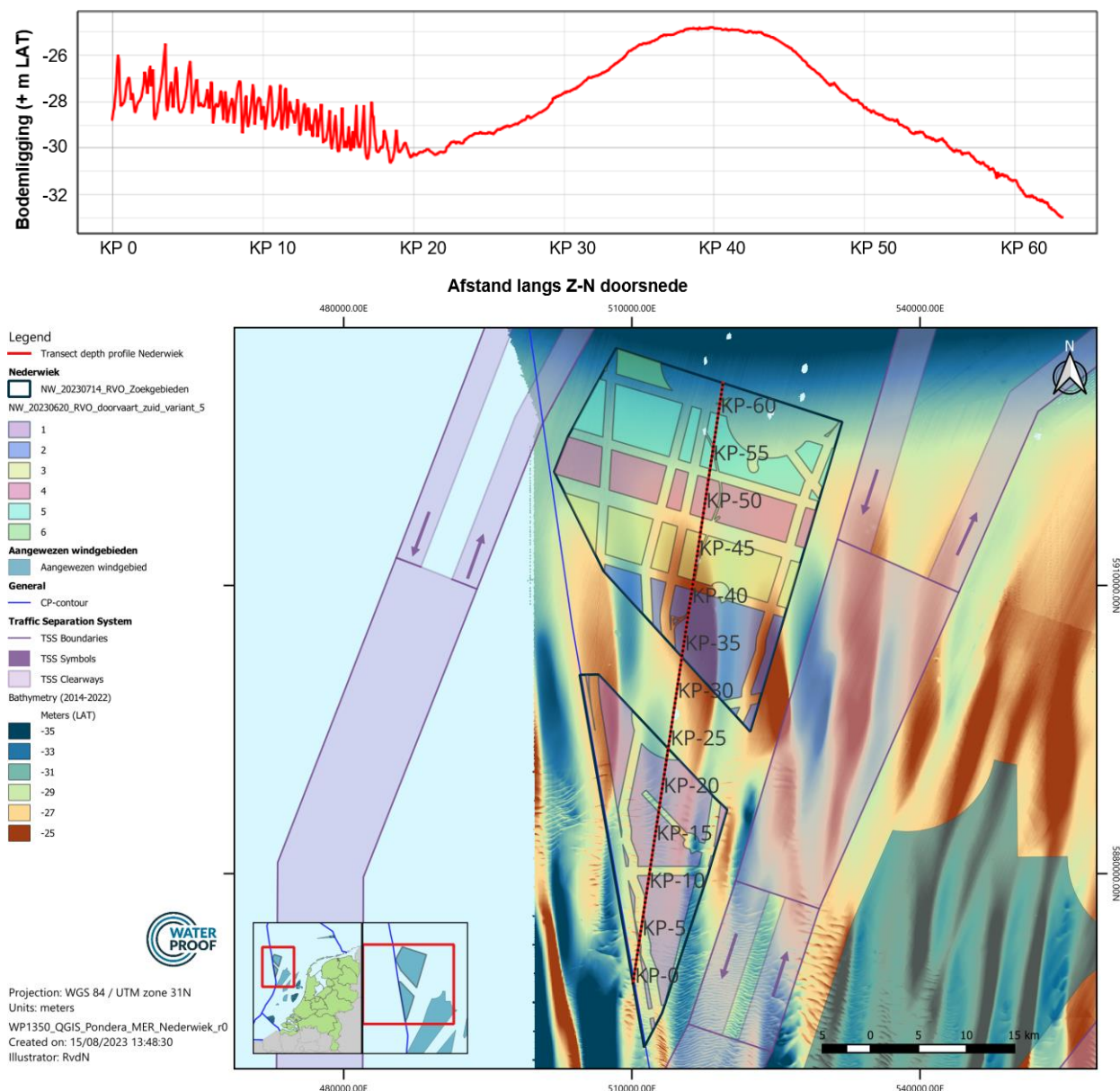
LAT tussen de banken in (Figuur 5.7). De zandbanken hebben daarmee een hoogte van circa 5 m ten opzichte van de scheidende troggen en zijn zuid-noord georiënteerd. De zandbanken zijn over het algemeen zeer stabiel (WaterProof, 2022).

Gepositioneerd boven op de zandbanken en in de troggen liggen zandgolven. Zandgolven zijn migrerende bodemvormen in de dominante stroomrichting. De oriëntatie van de toppen en dalen van de zandgolven is dwars op deze stroomrichting. De oriëntatie van deze zandgolven boven op de zandbanken is te zien in Figuur 5.7. De zandgolven zijn niet aanwezig in het noordelijkste punt van kavel I. In Figuur 5.8 is de bodemhoogte in een dwarsdoorsnede te zien van het zuiden van Nederwiek naar het noorden om het voorkomen van zandgolven in kavel I te illustreren. De figuur laat zien dat de zandgolven verdwijnen richting het noorden, grofweg bij de noordelijke grens van kavel I Nederwiek (zuid) op KP (kilometerpunt) 20. De zandgolven hebben een hoogte variërend tussen de 1,5 en 3 m.

Figuur 5.7 Bathymetrie in het windenergiegebied Nederwiek gebaseerd op recent uitgevoerde bodemsurveys.



Figuur 5.8 Bovenste paneel: doorsnede van de bodemligging in het windenergiegebied Nederwiek van zuid naar noord. Onderste paneel: locatie van de doorsnede inclusief kilometreering (KP = kilometerpunt).

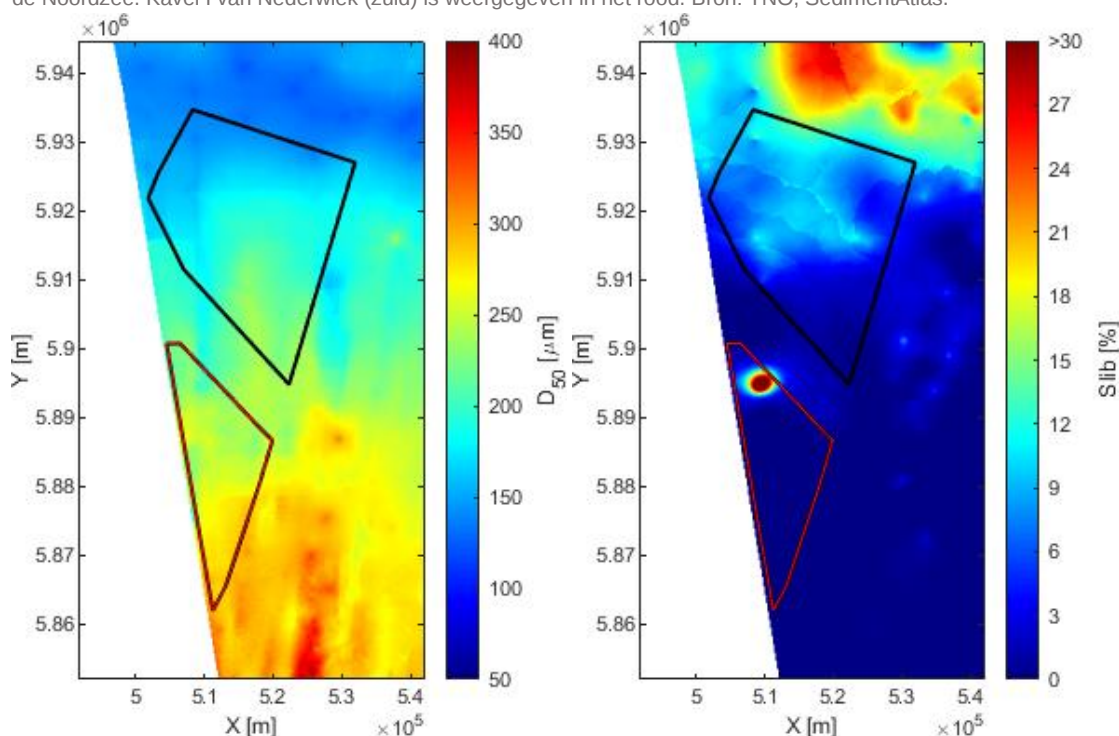


In het plangebied kunnen megaribbels voorkomen; hiervoor ontbreekt de benodigde resolutie in de bathymetrische data, die 20-25 m is. Deze bodemvormen hebben doorgaans een golflengte van circa 5-15 meter en kunnen daarom niet onderscheiden worden op basis van de bathymetrische data. De hoogte van deze megaribbels is circa 0,5-1,0 meter. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en kunnen tijdens stormen verdwijnen en tijdens rustigere periodes weer ontstaan. De hoogte en ligging van de megaribbels is daarmee zeer veranderlijk. Dit geldt ook voor de meest kleinschalige (< 0,2 m) bodemvormen (zoals ribbels); deze reageren het meest direct op de hydrodynamische processen.

Bodemsamenstelling

De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijnkorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust (Niessen & Schüttenhelm, 1986). De zeebodem ter plaatse van kavel I van Nederwiek bestaat voor het grootste gedeelte uit matig fijn tot matig grof zand (korreldiameter (D_{50}) van 180-300 μm) met een zeer laag slibgehalte van vrijwel overal 0%, zie Figuur 5.9. Uitzondering hierop is de hoge lokale slibconcentratie van ca. 50% in het noordelijk deel van kavel I. Ten noorden van kavel I neemt het slibgehalte toe (waar de stroomsnelheid afneemt, zie Figuur 5.6). Een kanttekening is dat de dekking van de monsterpunten klein is. De interpolatie brengt daarmee onzekerheden met zich mee.

Figuur 5.9 Mediane korreldiameter (D_{50}) links en percentage slib van het sediment in de bovenste laag van de bodem op de Noordzee. Kavel I van Nederwiek (zuid) is weergegeven in het rood. Bron: TNO, SedimentAtlas.

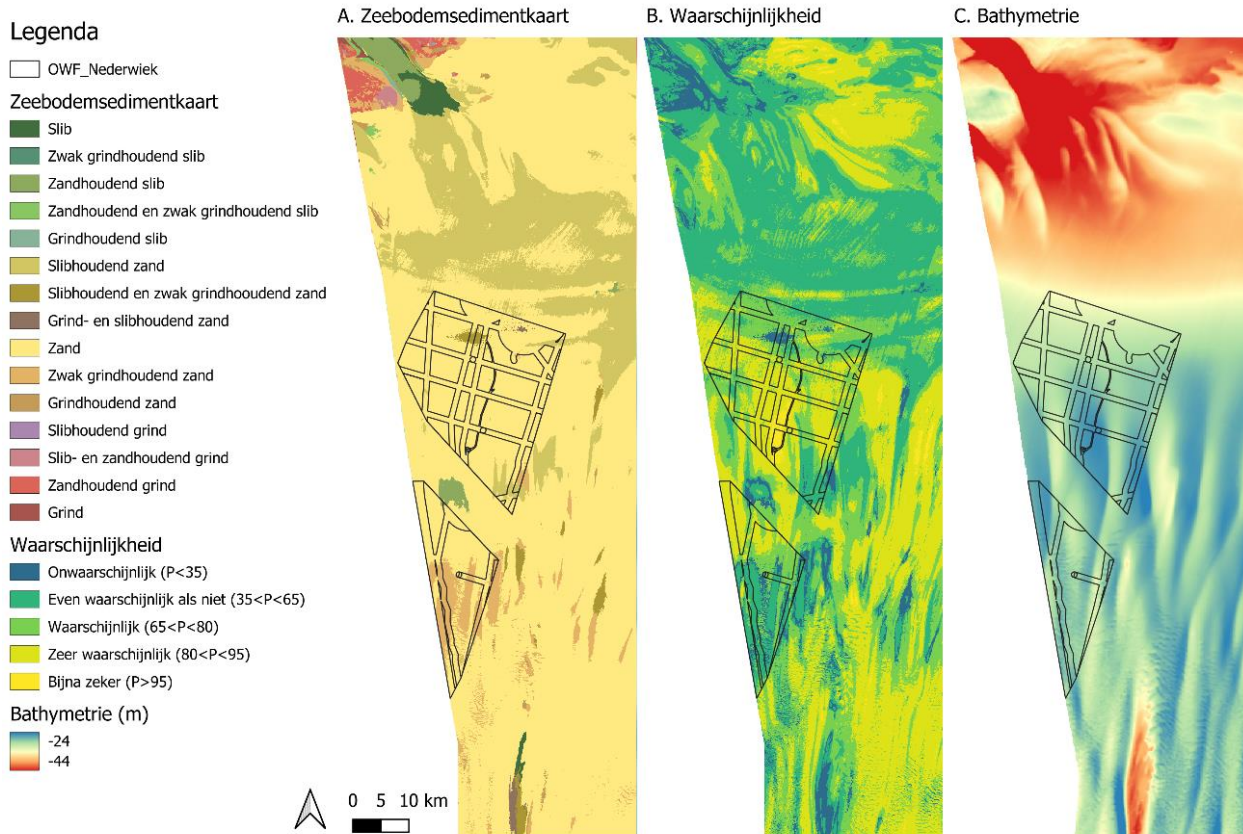


Vanuit de literatuur is bekend dat sediment karakteristieken de morfologie volgen in zandige systemen (bijv. van Dijk et al., 2012, Son et al., 2012 en Cheng et al., 2020). Zo komt fijner sediment vaak voor in de troggen van zandgolven en -banken. De resolutie van de monsterpunten in Figuur 5.9 is te grof om deze lokale variaties weer te geven, maar zou in werkelijkheid wel kunnen bestaan. Om dit punt verder te belichten is ook de zeebodemsedimentkaart van DINO Loket geraadpleegd, zie

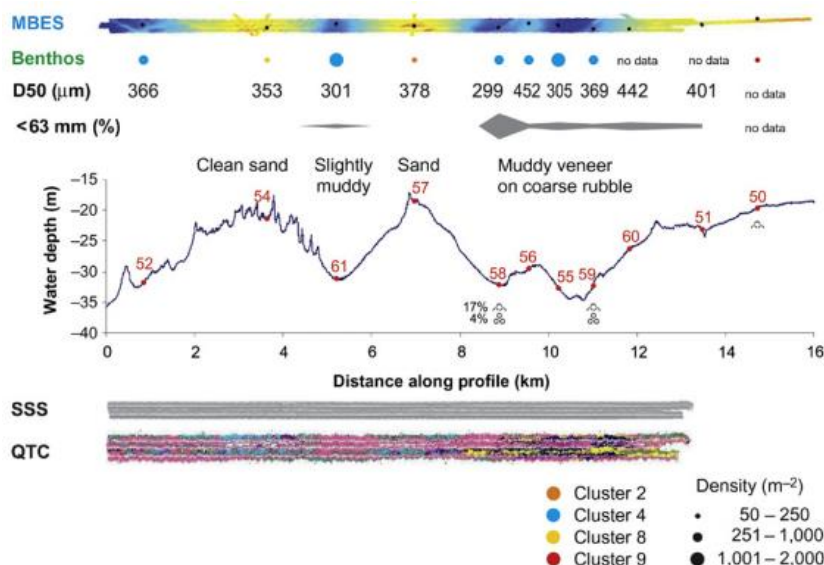
Figuur 5.10. Volgens de determinering van het zeebodemsediment (Folk 16 karakterisering) is er zwak grindhoudend zand te vinden op de toppen van de zandgolven en juist zand te vinden in de troggen in Nederwiek 1. De morfologie is dus bepalend voor het bodemsediment. Echter is de waarschijnlijkheid in dit gebied zeer laag, wat de determinering onzeker maakt. Van Dijk et al. (2012) hebben onder andere het percentage slib en de korreldiameter bepaald langs 2 doorsneden van zandgolven bij de Thornton en Brown Banks (waterdieptes tussen 15-45 m). De resultaten lieten zien dat er nagenoeg geen slib voorkomt op de toppen van de golven, terwijl de troggen gekenmerkt worden door hogere percentages slib (zie Figuur

5.11). Kortom: in het studiegebied is de resolutie van monsterpunten laag waardoor er onzekerheid zit in de vlak-dekkende sedimentkaarten. Daarmee kan de variatie als gevolg van zandgolven niet zichtbaar aangetoond worden. Echter kan uit de literatuur wel opgemaakt worden dat het sediment grover is op de toppen en fijner is in de troggen van de zandgolven.

Figuur 5.10: Van links naar rechts: zeebodemsedimentkaart in Folk 16 karakterisering, de waarschijnlijkheid van het zeebodemsediment en de bathymetrie. Bronnen: DINOLoket (sediment) en Hydrografische dienst (bathymetrie).



Figuur 5.11 Onder andere D₅₀ (micrometer) en percentage slib (%) langs een doorsnede van een zandbank. Bron: van Dijk et al. (2012).

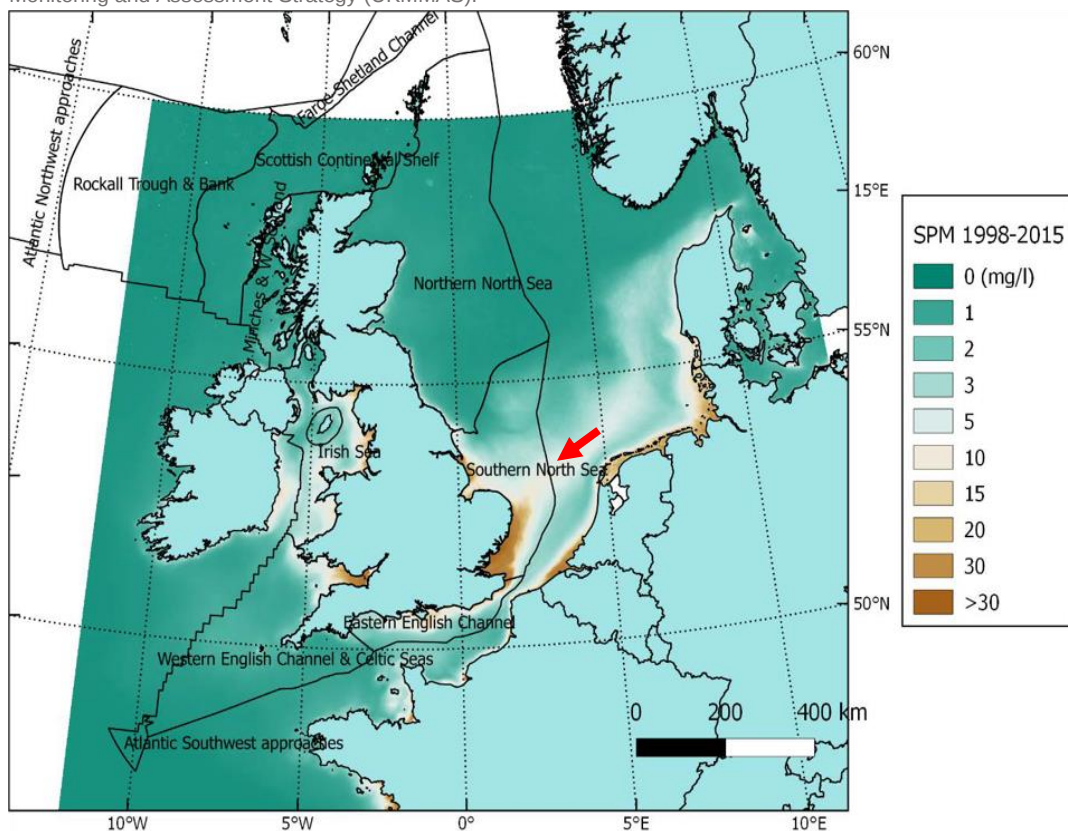


Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend materiaal in de waterkolom. Wind, getijstroomingen en golven hebben een grote invloed op het gehalte aan zwevend materiaal. De gemiddelde jaarlijkse concentratie zwevend stof is weergegeven in Figuur 5.12. Het slibtransport, en daarmee de troebelheid van het water wordt in de zuidelijke Noordzee in het oosten met name bepaald door aanvoer van slib vanuit de Vlaamse Banken, de Schelde, de Rijn en de Maas. In het westen is de Thames (Groot-Brittannië) de voornaamste bron van slib. Dit slib beweegt zich langs de Belgische en Nederlandse kust in een strook van afnemende breedte (Salden, 1998). De Thames speelt de belangrijkste rol voor het veroorzaken van vertroebeld water in Nederwiek: de slibwolk van de Thames steekt het Kanaal over naar Denemarken en verhoogt daarmee de concentratie zwevend stof in het gebied van Nederwiek (UKMMAS; van Duren, 2021). Langs de kust wordt het slibtransport ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen) en zandwingebieden, maar omdat windenergiegebied Nederwiek ver uit de kust is gelegen is het effect daarvan verwaarloosbaar.

De bovenstaande processen leiden tot een jaargemiddelde concentratie zwevend stof (bepaald uit satellietbeelden) van rond de 8-10 mg/L in het gebied van Nederwiek (zie Figuur 5.12, bron UKMMAS). Gedurende de winter ligt deze waarde hoger door meer energieke condities en meer aanvoer van slib vanuit de rivieren. Van Duren et al. (2021) laten op basis van satellietbeelden zien dat de concentratie zwevend stof ca. 15 – 20 mg/L is in januari. In de zomerperiode ligt deze waarde juist enkele milligrammen per liter lager dan het jaargemiddelde door rustigere condities en een verlaagde slibaanvoer vanuit de rivieren en met name de Thames.

Figuur 5.12 Gemiddelde jaarlijkse concentratie zwevend stof op de Noordzee tussen 1998 en 2015. Bron: UK Marine Monitoring and Assessment Strategy (UKMMAS).

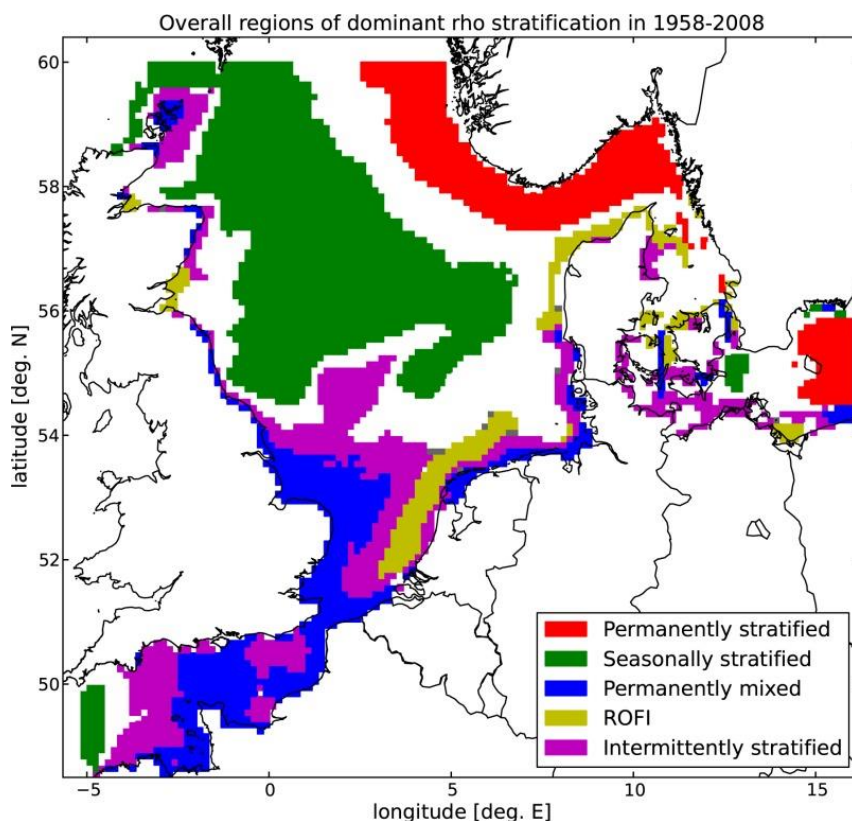


Stratificatie

De mate van stratificatie wordt met name bepaald door het windregime, het golfklimaat (beide zijn van invloed op de menging tussen het oppervlaktewater en de laag/lagen daaronder), de verdeling van temperatuur en zout over de waterkolom en de waterdiepte. In Figuur 5.13 wordt een overzicht gegeven van de (dominante) typen stratificatie in de Noordzee. Hierop valt te zien dat het Nederlandse deel van de Noordzee met name wordt gekenmerkt door wateren waar geen stratificatie heerst (blauw) en wateren waar dit alleen onder specifieke omstandigheden het geval is (paars). De zone waarin stratificatie ten gevolge van de instroom van zoet rivierwater het dominante type is (geel), strekt zich uit van Zeeland tot boven de Waddeneilanden. Dit type stratificatie is zeer variabel van jaar tot jaar en verschilt per seizoen; het is sterk verbonden met het debiet van met name de Rijn en Maas. Het meest noordelijke deel van de Nederlandse Noordzee wordt gekenmerkt door thermische stratificatie in de zomermaanden. Permanente stratificatie is niet aanwezig in het Nederlandse deel van de Noordzee.

Het windenergiegebied Nederwiek ligt op de rand/net buiten het gebied dat onder invloed staat van de instroom van zoet rivierwater uit de Rijn en Maas. Stratificatie ten gevolge van de instroom van zoet rivierwater wordt over het algemeen niet verwacht om die reden maar kan soms optreden. Doorgaans is het water niet tot beperkt gestratificeerd.

Figuur 5.13 Typen stratificatie in de Noordzee (ROFI = Region Of Freshwater Influence). De delen van de Noordzee waaraan geen classificatie is toegekend, worden gekenmerkt door een type stratificatie dat minder dan 50% van de tijd voorkomt. Bron: Van Leeuwen et al. (2015).



Sedimenttransport

In algemene zin treden sedimenttransporten op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Golven woelen het sediment van de bodem op waarna het door stromingen kan worden getransporteerd. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling.

Het grootste zandtransport vindt voornamelijk plaats in de ondiepe kustzone, waar de golven de bodem opwoelen en door breking sediment getransporteerd wordt. Transporten door golf-geïnduceerde stromingen evenwijdig aan de kust zijn in deze zone dominant. In de diepere delen van de Noordzee, waar het windpark gelegen is, worden de sedimenttransporten voor een groot deel beïnvloed door de migratie van bodemvormen (ribbels, megaribbels en zandgolven) ten gevolge van de residuele stroming (Grasmeijer et al., 2022) waarbij de golven het sediment in suspensie brengen. Omdat golven slechts een beperkte invloed hebben op deze waterdiepte wordt sediment maar beperkt in suspensie gebracht en getransporteerd door de residuele stroming. Met name tijdens stormen zal er sediment optreden als gevolg van de grotere golfimpact op de bodem en omwoeling van sediment. Naast bodemtransport wordt ook voornamelijk slib in de waterkolom getransporteerd. De jaarlijks gemiddelde netto slibflux langs de Nederlandse kust wordt geschat op 10-25 miljoen ton/jaar (De Kok, 2004; Dankers, 2015). Omdat Nederwiek verder af ligt van de kust waar rivieren sediment aanvoeren, is de slibflux in diep water op de locatie van Nederwiek veel kleiner.

5.2.2 Autonome ontwikkeling

In de autonome ontwikkeling, voornamelijk gekenmerkt door zeespiegelstijging, doen op de locatie van Nederwiek geen veranderingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk

zullen beïnvloeden. De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt daarom nauwelijks af van de huidige situatie. De meeste van de hiervoor besproken processen zijn het resultaat van een lange termijn ontwikkeling en een zodanig grootschalige setting, dat veranderingen slechts op een grote tijdschaal significant zullen zijn.

De situatie in het gebied wordt momenteel wel beïnvloed door de grootschalige aanleg van windparken op zee en de cumulatieve effecten daarvan (bijv. van Duren et al., 2021). Dit zou gezien kunnen worden als een autonome ontwikkeling als gevolg van externe factoren. Echter gelden de twee volgende punten:

1. Studies hanteren vaak een schaalniveau die groter is dan een enkel windpark. Dat zit hem in het feit dat men meer wil weten over de cumulatieve effecten, omdat dat het toekomstbeeld is van de Noordzee. Bovendien zijn de processen vaak werkzaam op schalen groter dan een windpark zelf.
2. Het doel van dit MER-hoofdstuk om net als de meeste studies een compleet beeld te geven van de te verwachten effecten van Nederwiek, waarbij de grootschalige effecten ook van belang zijn.

Het gevolg is dat de cumulatieve effecten in dit MER-hoofdstuk ook aan bod komen. Als gevolg is besloten de cumulatie van windparken niet als autonome ontwikkeling te beschrijven, maar in de effectenbeschrijving mee te nemen.

5.3 Effectbeschrijving

De effecten van het windpark op het aspect 'morfologie en hydrologie' worden voorspeld aan de hand van de in de vorige paragraaf genoemde beoordelingscriteria. De effecten van een windpark in windenergiegebied Nederwiek zijn bepaald aan de hand van de in paragraaf 5.1 beschreven beoordelingscriteria. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. Bij de beschrijving is onderscheid gemaakt in effecten tijdens de exploitatie, effecten tijdens aanleg/verwijdering en effecten tijdens onderhoud van het windenergiegebied.

5.3.1 Effecten tijdens de exploitatie

Golven

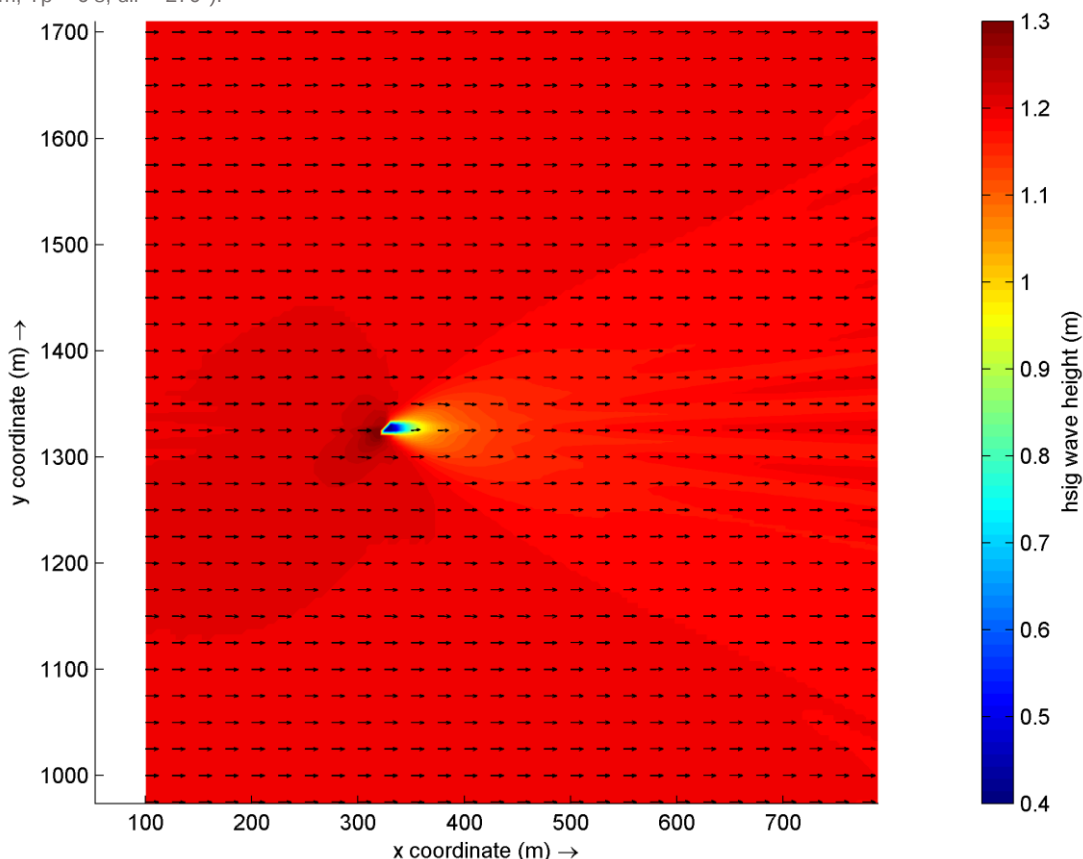
In het windpark zal het golfpatroon rondom de windturbinefunderingen veranderen. De mate waarin het golfpatroon rondom de fundering verandert, is afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacket en tripod fundering is sprake van een open constructie, waardoor golven naar verwachting beperkter worden gehinderd dan bij een gesloten constructie. De mate waarin minder reflectie optreedt is sterk afhankelijk van het ontwerp en moeilijk te kwantificeren. Over de interactie van drijvende funderingen met golven is minder bekend en deze is ook type afhankelijk. De spar boei heeft waarschijnlijk een vergelijkbaar effect als de monopile fundering: de golven worden lokaal enigszins gehinderd vanwege de obstructie door de boei. De barge en semi-submersible platforms laten meer golven door omdat deze over/door het platform kunnen propageren. De effecten van deze funderingen op het golfveld zijn daarom waarschijnlijk kleiner dan bij een jacket of tripod.

Lokale effecten

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, suction bucket of gravity-based maar ook de spar boei (grote diepteligging) zal sprake zijn van een kleine verandering van het golfveld. Een dergelijk fundering veroorzaakt golfreflectie aan de loefzijde en golfafscherming aan de lijzijde. Alleen zeer lokaal zal achter een dichte fundering een verlaging van de golfhoogte optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Middels een SWAN model (derde generatie ondiep water golf model: <http://swanmodel.sourceforge.net>, zie voor meer informatie Zijl et al. 2021) is het effect van een constructie met een diameter van 10 m op het omliggende golfveld bepaald. In Figuur 5.14 wordt het

ruimtelijk effect gepresenteerd. De figuur laat zien dat voor de constructie de golven lokaal verhogen (+0,1 m) en dat achter de constructie de golfhoogte lokaal sterk afneemt (-0,5 m). De grootste afname is zichtbaar over een afstand van circa 100 m. Verder achter de constructie is de afname nog maar zeer beperkt (1-2%).

Figuur 5.14 SWAN modelresultaat: effect van een paal met een diameter van 10 m op het inkomende golfveld ($H_s = 1,2$ m, $T_p = 6$ s, $\text{dir} = 270^\circ$).



Grootschalige effecten

Clustering van (toekomstige) windparken zou potentieel wel tot grootschalige veranderingen in het golfregime kunnen leiden doordat het windveld significant beïnvloed wordt (verschillen van 20% in windsnelheden) (de Boon et al., 2018). Zo lieten de resultaten van een geïdealiseerd model zien dat de significante golfhoogte H_{m0} tot wel 10% kan afnemen in het windenergiegebied zelf. Rondom het windenergiegebied Nederwiek is deze afname maximaal 5%.

De golven worden dus met name lokaal enigszins beïnvloed. Het effect van clustering speelt wel over een grotere afstand. Omdat het effect zeer gering is ten opzichte van de natuurlijke variabiliteit, wordt het effect niet als bepalend beschouwd. Toch zijn de effecten op golven niet verwaarloosbaar. De algehele beoordeling is daarom licht negatief (0/-) voor de alternatieven.

Voor de overplantingsalternatieven geldt dat de toename in effecten op de golven dusdanig beperkt is dat er geen verschil is tussen de beoordeling van de beschouwde alternatieven en de beschouwde overplantingsalternatieven. Alle alternatieven worden daarom licht negatief beoordeeld (0/-).

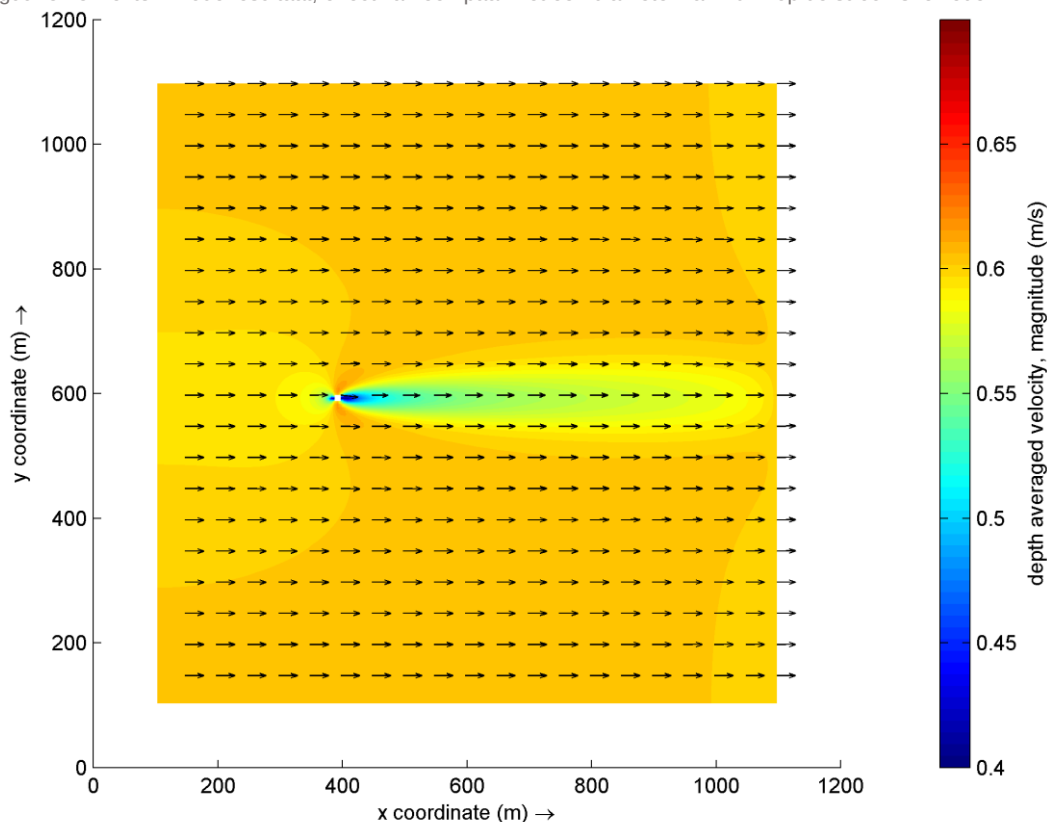
Waterbeweging (waterafstand en stroming)

Het windpark heeft ook invloed op de waterbeweging rondom de funderingen. Ook hier is de invloed van de fundering afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacketfundering is sprake van een open constructie, waardoor de waterbeweging minder wordt gehinderd dan bij een gesloten constructie. Het verschil zal naar verwachting echter klein zijn.

Lokale effecten

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, tripile/tripod, suction bucket of gravity-based, zal sprake zijn van een kleine verandering van de waterbeweging. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen optreden. Een dichte fundering, zoals bijvoorbeeld een monopile, veroorzaakt een kleine verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopile en turbulentie aan de lijzijde van de monopile. Deze veranderingen zijn echter gering. In Figuur 5.15 zijn de gemodelleerde effecten van een monopile met een diameter van 10 m op de diepte-gemiddelde stroming gepresenteerd. Er is gebruik gemaakt van het stromingsmodel Delft3D. De effecten zijn voornamelijk zichtbaar achter de constructie, waar de gemiddelde stroomsnelheden over enkele honderden meters (beperkt) afnemen van circa 0,6 m/s naar 0,55 m/s. In de directe omgeving van de funderingen zijn de afnames zeer lokaal groter (tot 0,40 m/s). Ook kunnen benedenstrooms van de fundering lokaal instabiele turbulente wervels optreden (die niet in het Delft3D model beschouwd zijn). Zijdelings van de funderingen nemen de stroomsnelheden iets toe (om de afname in stroomsnelheid achter de funderingen te compenseren). Wanneer wordt gekeken naar het volume water dat langs de fundering stroomt, is de afname zeer klein en verwaarloosbaar. De funderingen hebben daarmee geen noemenswaardige invloed op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het windpark. Daarvoor is de diameter van de fundering te klein, de ruwheid van de individuele funderingen te klein, de waterdiepte te groot, het aantal funderingen te klein en de onderlinge afstand tussen de windturbines te groot.

Figuur 5.15 Delft3D modelresultaat; effect van een paal met een diameter van 10 m op de stroomsnelheden.



Een drijvende fundering in de vorm van een spar boei heeft een vergelijkbare vorm en vergelijkbare afmetingen als een monopile (Leimeister et al., 2020). De effecten van dit type fundering op de waterbeweging zullen daarom naar verwachting nagenoeg gelijk zijn aan die van een monopile. Echter, door de geringe waterdiepte in het windenergiegebied Nederwiek én de benodigde waterdiepte voor het gebruik van spar boeien, lijkt dit type fundering geen reële optie. Daarentegen zullen de effecten op de waterbeweging voor de drijvende funderingen semi-submersible en barge platforms het kleinst zijn omdat water ook onder het platform door (barge en semi-submersible) en door het platform heen kan bewegen. De stroming zal daarom naar verwachting het minst gehinderd worden door dit type funderingen. Overigens is het zo dat de semi-submersible en barge platforms wel groter in omvang zijn, wat ook tot een vermindering van het doorstroomoppervlak leidt.

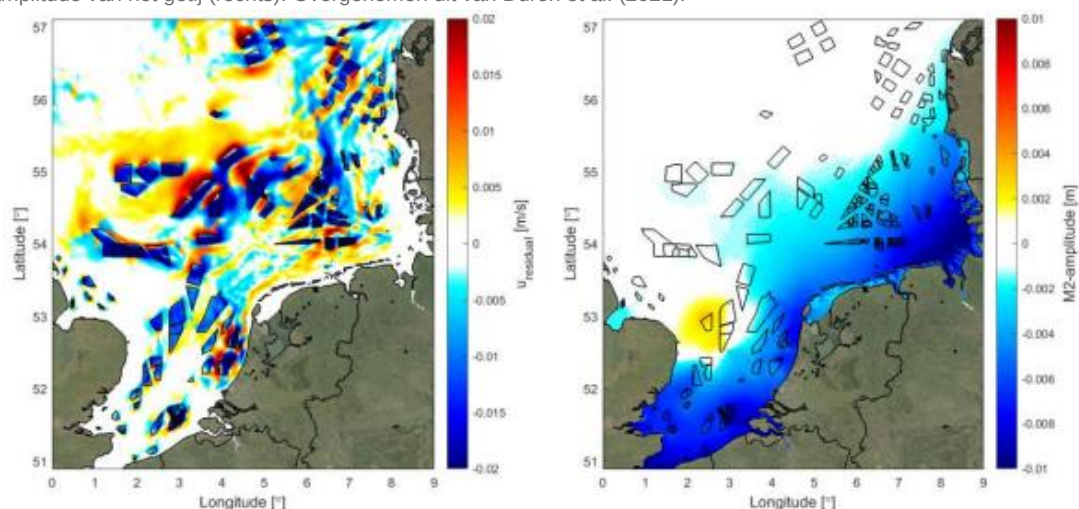
De effecten van een gravity-based fundering op de waterbeweging zijn groter dan bovengenoemde structuren doordat de gemiddelde diameter van het deel van de fundering dat zich onder water bevindt aanzienlijk groter is (circa 40-45 m). Ten opzichte van de beschouwde monopile in Figuur 5.15 nemen de gemiddelde stroomsnelheden benedenstrooms van de fundering nog meer af en kunnen meer instabiele turbulente wervels optreden.

Grootschalige effecten

Wanneer er meerdere van dit soort grote constructies op de zeebodem worden geplaatst kan dit effect hebben op de grootschaligere stroming door en om het windpark heen. Zo wordt verwacht dat de residuele stroming ten gevolge van het windenergiegebied Nederwiek met 0,010-0,015 m/s afneemt, zie Figuur 5.16. In de modelstudie is de aangenomen windturbine-dichtheid 0,67 turbines/km² waar dit in

Nederwiek hoogstens ca. 0,56 turbines/km² is (153 turbines over 273 km²). Bovendien is een diameter van 12 m aangehouden wat qua doorstroomoppervlak tussen Scenario 1a en 2a (worst- en best-case scenario) in zit. Bij een gravity-based fundering kan de residuele stroming dus nog meer verlaagd worden dan hierboven genoemd. De verlaging van de residuele stroming kan invloed hebben op het sediment transport (van Duren et al., 2021). Op nog grotere schaal in het geval van clustering van grote windparken in de toekomst kan gedeeltelijke blokkering van het getij optreden. Dit kan leiden tot significante veranderingen in het getijdenverschil (de Boon et al., 2018; van Duren et al., 2021). Dit is overigens niet zeker en verdient meer onderzoek. Vanwege de non-lineaire interacties wordt dit als een potentieel risico gezien.

Figuur 5.16 Effecten van grootschalige windparken op de Noordzee op de residuele stroming (links) en de M2-amplitude van het getij (rechts). Overgenomen uit van Duren et al. (2021).



Wanneer we de effecten in perspectief zetten met de algehele dynamica van de waterbeweging die ter plaatse van Nederwiek voorkomt, zijn gezien de beperkte omvang en het lokale karakter, de effecten voor alternatief 1 als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daarbij wordt verwacht dat een gravity-based fundering en suction bucket een groter negatief effect kan hebben. Derhalve scoort alternatief 2 (met de gravity-based fundering) negatief (-).

Wat betreft de overplantingsalternatieven geldt hetzelfde als voor de golven. De overplanting zorgt voor een marginaal toenemend effect van de blokkering van de waterbeweging, met name voor overplantingsalternatief 2 (gravity-based fundering). Echter is dit effect verwaarloosbaar klein ten opzichte van de overige 100 of 134 windturbines waardoor de overplantingsalternatieven hetzelfde scoren als de basisalternatieven: licht negatief (0/-) voor overplantingsalternatief 1 en negatief (-) voor overplantingsalternatief 2.

Waterdiepte en bodemvormen

Veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstrooming en de waterdiepte. Wanneer wordt gekeken naar de grootschalige bodemligging van de Noordzee kan worden gesteld dat de bodemligging vrijwel statisch is (Gaida et al., 2018). Op kleinere schaal migreren zandgolven over de bodem (zie Figuur 5.7 en Figuur 5.8) die zorgen voor een periodieke stijging en daling van de bodem. De exacte lokale bodemdaling of -

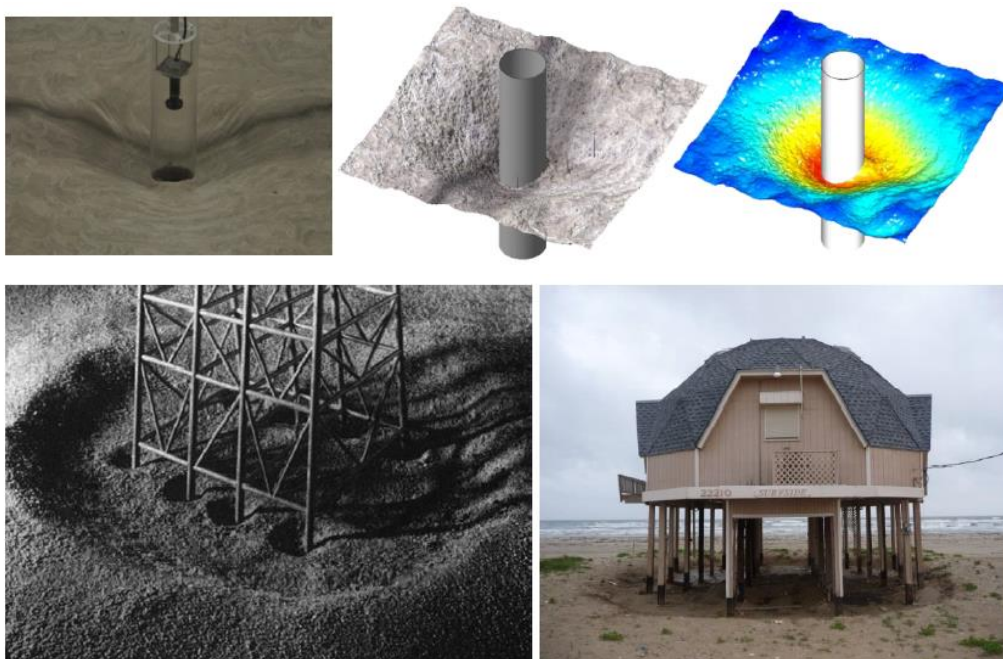
stijging is lastig te bepalen omdat de nauwkeurigheid van de uitgevoerde bathymetrische surveys niet voldoende is om zulke veranderingen in kaart te brengen.

Lokale effecten

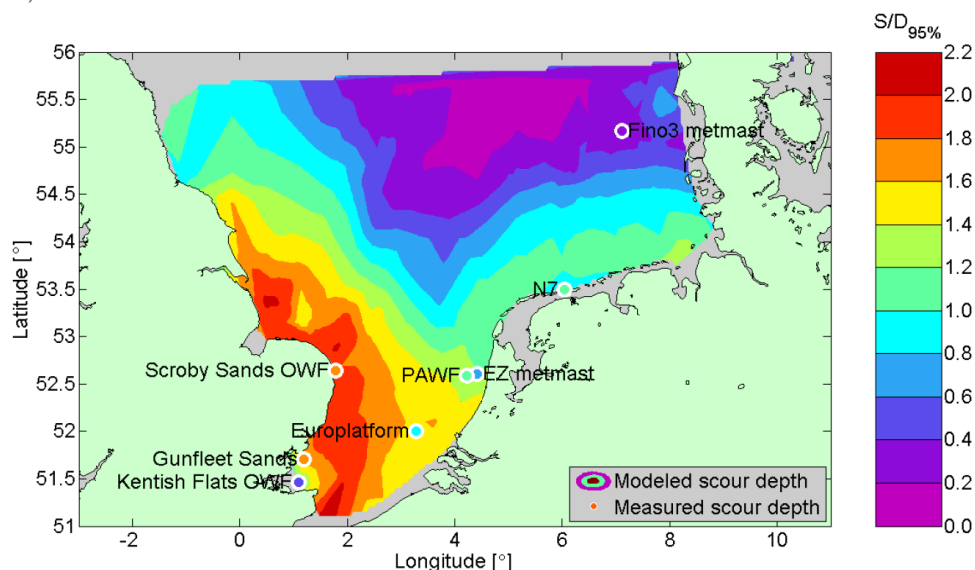
Lokaal kunnen de effecten op de bodemligging groot zijn. Wanneer geen bodembescherming wordt toegepast, zullen er ontgrondingskuilen rond de funderingen van de windturbines ontstaan (zie Figuur 5.17). De grootte en diepte van deze ontgrondingskuilen zijn afhankelijk van verschillende parameters: de grootte van de fundering, de lokale stroomsnelheden, de lokale waterdiepte en de bodemsamenstelling. In Figuur 5.18 is een kaart van de Noordzee weergegeven waarop de ontgrondingsdiepte in relatie tot de diameter van de fundering wordt gepresenteerd. Op basis van dit figuur kan worden concludeert dat de diepste ontgrondingskuilen langs de Engelse kust verwacht kunnen worden. Op de locatie van kavel I Nederwiek (zuid) wordt verwacht dat de ontgrondingsdiepte maximaal 0,8-1,2 maal de paaldiameter zal zijn.

Voor de grootte van de ontgrondingskuil in het horizontale vlak kan een factor van 10x de ontgrondingsdiepte worden aangehouden (Van Rijn, 2010). Wanneer rondom de fundering een bodembescherming wordt aangebracht, wat over het algemeen het geval is, zal de ontgroning worden tegengegaan. Drijvende funderingen waarbij ankers gebruikt worden hebben als voordeel dat de ankers zichzelf enigszins ingraven door de laterale trekkracht. Hierdoor is het effect van ankers op de bodem kleiner waardoor de ontgrondingskuilen kleiner zullen zijn/niet ontstaan.

Figuur 5.17 Voorbeelden van ontgrondingskuilen die bij funderingen van windturbines kunnen ontstaan (Deltares, 2018).



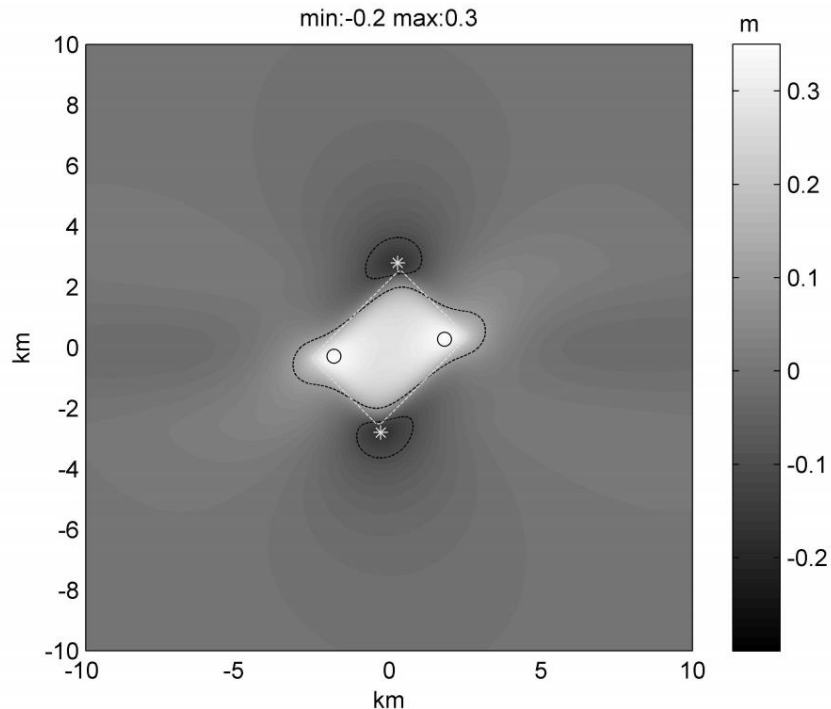
Figuur 5.18 Kaart waarop de ontgrondingsdiepte versus de paaldiameter is weergegeven voor de Noordzee (Deltares, 2018).



Grootschalige effecten

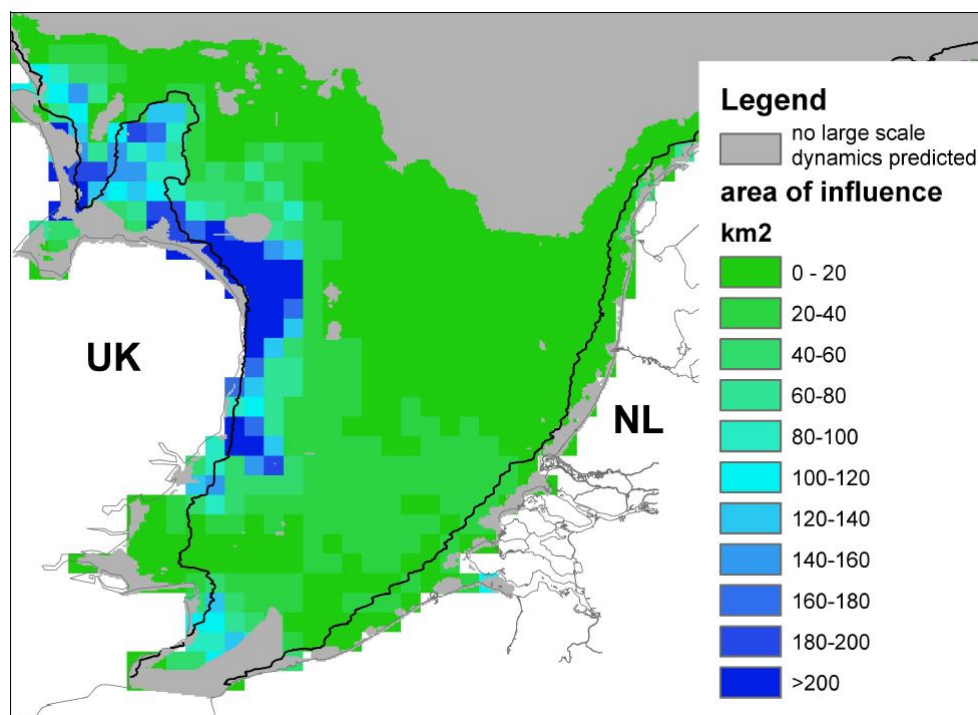
Er is nog niet veel onderzoek beschikbaar naar de grootschalige effecten van een windpark op de bodemligging. In Figuur 5.19 wordt weergegeven welke invloed een fictief windpark heeft op de morfologische ontwikkeling op lange termijn (Van der Veen, 2008). Het windpark in dit voorbeeld heeft een oppervlakte van 12 vierkante kilometer, een onderlinge afstand tussen windturbines van 500 meter en elke turbine heeft een monopile als fundatie met een diameter van 4,5 meter. De funderingen in het voorbeeld zijn gerealiseerd op 30 meter waterdiepte, in een zandbodem met een fijne gemiddelde korrelgrootte (200 μm). Uit Figuur 5.19 blijkt dat de invloed van het windpark op de morfologische ontwikkeling gering is, zeker wanneer gelet wordt op de tijdschaal van de simulatie (100 jaar) in relatie tot de levensduur van het windpark (circa 35 à 40 jaar). De invloed van het windpark op de bodem is gelegen tussen een lokale toename van de waterdiepte met 0,2 meter (rondom de witte cirkels) en een lokale afname van de waterdiepte van 0,3 meter na 100 jaar (rondom de grijze asterisken). Na ca. 40 jaar, wat de levensduur van de windturbines is, zal de bodem ook al flink afgenomen zijn. De bodem past zich namelijk aan de vernieuwde situatie aan om tot een dynamisch evenwicht te komen. Dit gaat in het begin snel en vlakt langzaam af naarmate de tijd nadert. Zo is te verwachten dat na 40 jaar ook al een aanzienlijke afname te zien is. De gemiddelde stroming in windenergiegebied kavel I Nederwiek (zuid) is vergelijkbaar met het voorbeeld dus de modeluitkomsten kunnen als indicatief beschouwd worden voor het geplande windenergiegebied.

Figuur 5.19 Invloed van een windpark (4 x 3,5 km) op de morfologische ontwikkeling na 100 jaar (Van der Veen, 2008) waarbij de windturbines op een afstand van 500 m uit elkaar staan, de stroomsnelheid maximaal 0,7 m/s is op een waterdiepte van 30 m en de bodem uit fijn zand bestaat (200 μ m).



In Figuur 5.20 wordt het te verwachten morfologische invloedsgebied gepresenteerd van een windpark met een grootte van circa 14 km² en 72 windturbines (circa 0,19 km²/turbine) op verschillende locaties in de Noordzee (Van der Veen, 2008). De figuur laat zien dat het invloedsgebied van zo'n windpark in het Nederlandse deel van de Noordzee over het algemeen zeer klein is en rond het windenergiegebied Nederwiek circa 0-20 km² groot is. Omdat in kavel I van Nederwiek een vergelijkbaar aantal windturbines voorzien zijn (100 bij 20 MW en 134 bij 15 MW), maar het windenergiegebied een veel groter oppervlak heeft (circa 273,2 km²), is de verwachting dat het invloedsgebied iets groter is, maar wel in dezelfde orde grootte ligt vanwege de lagere windturbinedichtheid.

Figuur 5.20 Invloedszone op de zeebodem bij ontwikkeling van een windpark met een grootte van 4 x 3,5 km, waarbij de (72) windturbines op een afstand van 500 m uit elkaar staan (Van der Veen, 2008)



Op basis van bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de grootschalige effecten van een windpark in kavel I van het windenergiegebied Nederwiek op de morfologie vrijwel verwaarloosbaar zijn; de natuurlijke dynamiek van de zeebodem in dit deel van de Noordzee is veel groter. De lokale effecten (rond de funderingen) kunnen worden geminimaliseerd door het toepassen van erosiebescherming. De alternatieven zijn voor dit criterium daarom niet onderscheidend en worden licht negatief (0/-) beoordeeld.

Voor de overplantingsalternatieven geldt er geen wezenlijk verschil; de toename in effecten is verwaarloosbaar ten opzichte van de al bepaalde effecten voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven worden daarom ook als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen kavel I Nederwiek (zuid) is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar zandig sediment met mediane korrelgroottes tussen de 180 en 300 μm (zie Figuur 5.9) en een slibgehalte dat, met uitzondering van een lokale verhoging in het noorden van de kavel, rond de 0% ligt.

Lokale effecten

Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. Daarmee verdwijnt er direct een oppervlakte (zie Tabel 5.4) aan zandige bodem, wat effect heeft op de doelen uit de Kaderrichtlijn Mariene Strategie⁴⁷. Een van de doelen is om geen verder verlies te hebben van bodemhabitats volgens Descriptor 6. In het ergste geval is dit 1.77 km^2 (Alternatief 2a) wat neerkomt

⁴⁷ <https://www.noordzeeloket.nl/beleid/mariene-strategie-krm/>

op 0.0030% van het Nederlands deel van de Noordzee (58.000 km²). Dit is een verwaarloosbaar klein verlies. Voor alternatief 1a (best-case) is dit bijna 20x zo klein.

Voor de overplantingsalternatieven is dit verlies iets hoger maar nog steeds zeer beperkt. Bovendien is een bijkomstig voordeel dat het harde substraat lokaal juist een nieuwe habitat creëert (reef-effect) en daarmee tot een hogere biodiversiteit kan leiden.

Rondom de erosiebescherming en benedenstroms van de funderingen kunnen (zeer lokaal) erosiekuilen ontstaan. De turbulente wervels die aan de randen van de erosiebescherming ontstaan, leiden tot opwoeling van met name het fijne sediment waardoor lokaal de bodem iets grover kan worden. Dit gebeurt over heel kleine afstanden. De opgewekte turbulentie benedenstroms van de funderingen is een belangrijker proces en kan leiden tot een kleine toename van re-suspensie van fijn sediment dat weggevoerd wordt met de heersende stromingen. Op deze manier kan het sediment lokaal iets grover worden (de Boon et al., 2018). Echter zal deze verandering vergelijkbaar of van veel kleinere orde zijn dan de natuurlijke variabiliteit ten gevolge van bijvoorbeeld stormen.

Grootschalige effecten

Grootschalige effecten op de bodemsamenstelling zijn er niet. Dit blijkt ook uit onderzoek dat is gedaan naar de morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark (ACRB, 2013) en onderzoek dat onlangs (2018-2021) door onder andere Deltares in het JIP (Joint Industry Project) is uitgevoerd.

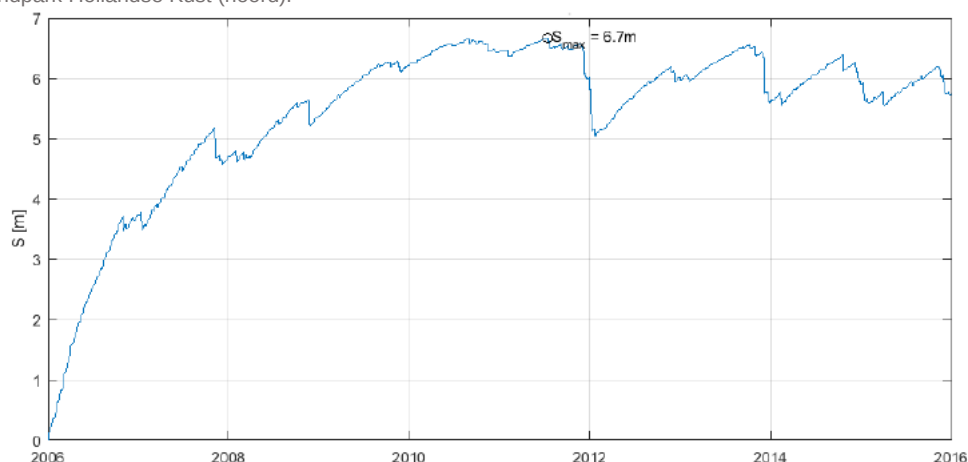
De effecten van het windenergiegebied zijn dusdanig klein dat deze niet van de natuurlijke variatie zijn te onderscheiden. Echter is er wel een beperkte afname van de habitat van zandige zeebodem door de aanleg van de funderingen en erosiebescherming (KRM Descriptor 6). De beoordeling is daarom licht negatief (0/-). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

De extra effecten ten gevolge van overplanting zijn niet significant ten opzichte van de basisalternatieven. De beoordeling is ook voor deze alternatieven licht negatief (0/-).

Troebelheid

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen aanzienlijke verhoging van de troebelheid verwacht. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen slechts beperkt erosiekuilen ontstaan rond de bodembescherming. Deze zullen bovendien zeer geleidelijk in de tijd ontstaan (tijdschaal maanden tot jaren, zie als voorbeeld Figuur 5.21).

Figuur 5.21 Gemodelleerde ontwikkeling van de diepte van een ontgrondingskuil (S) in de tijd voor een fundering in het windpark Hollandse Kust (noord).



Lokale effecten

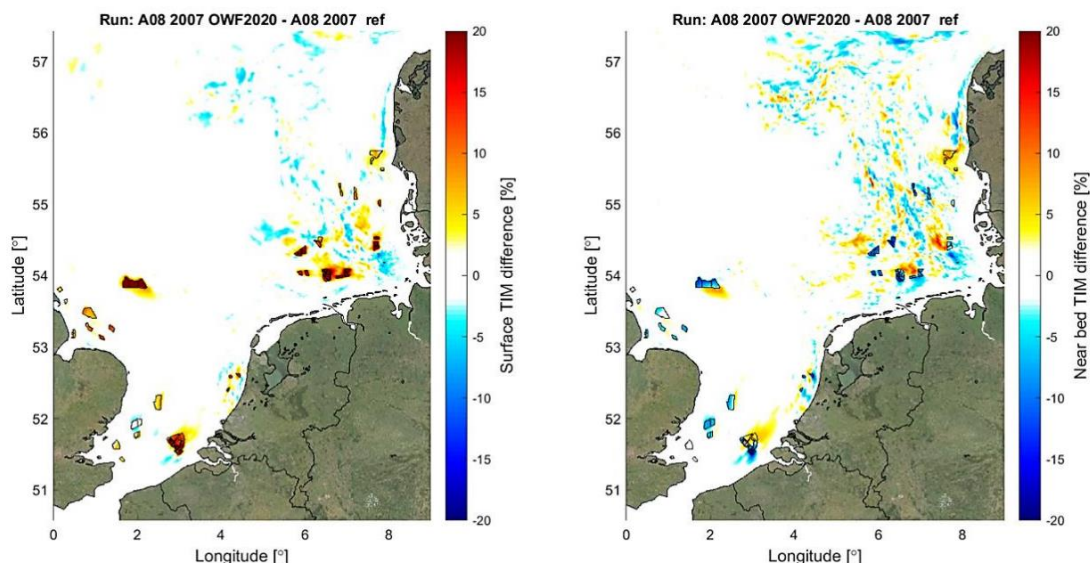
De fijne fractie die in het sediment aanwezig is door de toename in turbulentie rondom de bodembescherming langzaam in suspensie komen, waardoor een verwaarloosbare verhoging van de troebelheid plaatsvindt. Hierbij moet worden opgemerkt dat het slibpercentage lokaal hoger kan zijn (zie Figuur 5.9) dan het gemiddelde percentage slib in de Noordzee door ophoping rondom de turbines waardoor (lokaal) meer materiaal in suspensie kan komen (o.a. Baeye & Fettweis, 2015). Het effect hiervan zal naar verwachting echter beperkt zijn.

Grootschalige effecten

In Floeter et al. (2017) wordt geconcludeerd dat het moeilijk is de vertroebeling die door een windpark wordt veroorzaakt te onderscheiden van de natuurlijke vertroebeling. In de Belgische windenergiegebieden Belwind en C-Power is gedurende anderhalf jaar de concentratie fijn sediment gemeten op een hoogte van 0,7 m boven de zeebodem in 16-17 m waterdiepte. In het gebied komen grote zandbanken voor en zijn de pieksnelheden van de getijdestroming circa 1 m/s (Brabant et al., 2012). De metingen zijn beschikbaar voor de periode voor-, tijdens-, en na- de aanlegfase (operatie fase). De metingen laten geen significante verhoging zien van de concentraties in de verschillende bemeten fasen. Daarnaast volgt uit MODIS satellietbeelden ook geen significante verhoging in concentraties, hoger dan de natuurlijke variatie gedurende de seizoenen. Ondanks dat het gebied iets ondieper dan is dan kavel I van Nederwiek (zuid) en de stromingen iets groter zijn, geeft het toch een indicatie van de effecten die verwacht kunnen worden in Nederwiek: deze zijn beperkt.

Recentelijk voorspelden van Duren et al. (2021) een toename in de troebelheid ten gevolge van aanleg van windturbineparken. De modelresultaten uit deze studie laten zien dat de concentraties van gesuspendeerd sediment aan het oppervlak en nabij de bodem met respectievelijk met 10-20% en 5-15% kunnen toenemen (zie Figuur 5.22). Dit kan potentieel leiden tot een verlaagde primaire productie door algen. Omdat er slechts een lichte toename van de troebelheid wordt verwacht, is er een minimaal effect.

Figuur 5.22 Gemodelleerde SPM concentraties aan de oppervlakte (links) en nabij de bodem (rechts) (van Duren et al., 2021).



Vanwege de minimale toename in troebelheid door de wervelingen rondom de erosiebescherming en met name benedenstrooms van de funderingen, worden de effecten voor beide alternatieven als licht negatief (0/-) beschouwd.

Dezelfde beoordeling geldt voor de overplantingsalternatieven. Het door turbulente wervels beïnvloede gebied zal lichtelijk groter zijn door toename van windturbines, maar dit effect is verwaarloosbaar in relatie tot het geheel van kavel I ongeacht het overplantingspercentage (5 of 15%). De beoordeling is daarom ook licht negatief (0/-).

Waterkwaliteit

In de windturbines worden voorzieningen getroffen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het zeewater terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt dan ook niet verwacht. Het gebruik van zware metalen in opofferingsanodes, die gebruikt worden als kathodische bescherming van de funderingen wordt niet toegestaan in het kavelbesluit. Daarmee wordt voorkomen dat bijvoorbeeld zink in het water terecht komt. In voorgaande MER-en voor windenergie op zee is uitgerekend dat mét toepassing van anodes met zink of aluminium de verhoging van de concentratie aluminium/zink in het water (in de orde grootte van 0,002 µg/l) verwaarloosbaar is ten opzichte van de normale achtergrondconcentratie van aluminium (0,5 µg/l) of zink (0,1-2,6 µg/l).

De effecten worden neutraal beoordeeld (0) voor de basisalternatieven.

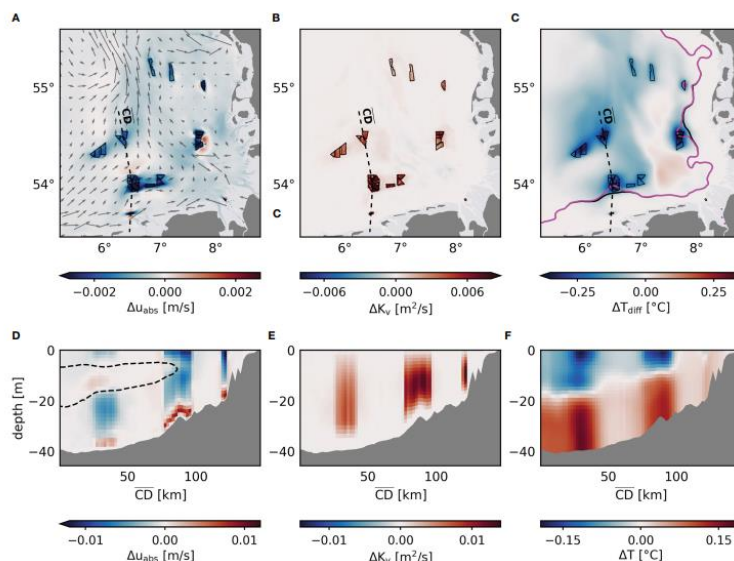
De overplantingsalternatieven hebben dezelfde beoordeling: neutraal (0). De extra windturbines zorgen niet voor een significante verhoging doordat de effectwaarden van chemicaliën niet van achtergrondconcentraties onderscheiden kunnen worden.

Stratificatie

Het is meermaals aangetoond dat de plaatsing van een windturbine kan leiden tot een toename van de turbulente verticale menging aan de lijszijde van de fundering en dat dit (lokaal) kan leiden tot een (beperkte) afname van de stratificatie (Carpenter et al., 2016; Floeter et al., 2017; Schultze et al. 2020; Christiansen et al. 2023). Dit geldt met name in het windpark zelf. Zo vonden Christiansen et al. (2023) dat de verticale menging toenam met ca. 10%, wat vergelijkbaar is met de waargenomen ordegrrootte van seizoenale en jaarlijkse variaties. Figuur 5.23 illustreert de verandering in stroming (links), de verticale eddy diffusiviteit (midden), een maat voor de verticale menging, en de temperatuur (rechts). De bovenste rij panelen zijn kaarten, de onderste rij zijn profielen langs de gestreepte lijn in de kaarten. Uit de figuur valt op te maken dat er een afname is van de stroomsnelheid, een toename van de verticale menging en dat het temperatuurverschil tussen de bodem en het oppervlak afneemt in en rondom de windparken. In aanvulling daarop constateren Christiansen et al. (2023) dat de fronten door getij-gedreven menging zich naar dieper water kunnen verplaatsen waarmee het stratificatieregime (o.a. gemengd, seizoenaal gestratificeerd en permanent gestratificeerd) kan veranderen. Dit geldt met name voor gebieden waar de stratificatie al zwak is; in een sterk gestratificeerde waterkolom is de turbulente energie niet voldoende om de stratificatie te verbreken. Vergelijkbare resultaten werden gevonden in de meetstudie van Schultze et al. (2020). Volgens de resultaten zorgen monopiles voor een 7-10% toename van de verticale menging en daarmee een afname van stratificatie in de wake-zones van de funderingen. Ook zij benoemen dat stratificatieregimes kunnen veranderen door de aanleg van windparken.

De veranderingen in stroomsnelheden en opgelost zuurstof (ten gevolge van veranderingen in de mate van stratificatie) leiden ook tot biotische veranderingen. Zo wordt de primaire productie in windparken op zee significant beïnvloedt. Slavik et al. (2019) toonden een afname tot 8% aan van de jaarlijkse primaire in windparken. Van Duren et al. (2021) modelleerden verschillende scenario's waarin de effecten van grootschalige windparken op de ecologie bepaald werd. Ook zij lieten zien dat de jaarlijkse gemiddelde primaire productie flink kan toenemen door toegenomen verticale menging (tot zelfs 60% op de oestergronden).

Figuur 5.23: Verschil in absolute horizontale stroomsnelheid (links), kinematische verticale eddy diffusiviteit (midden) en temperatuurverschillen (rechts). De bovenste rij laat kaarten zien. De onderste rij zijn profielen langs de gestreepte lijn in de kaarten. C bevat het temperatuurverschil tussen de bodem- en oppervlaktelaag. F bevat de verandering van temperatuur door de windparken. Bron: Christiansen et al. (2023)



Op basis van bovenstaande kan er worden gesteld dat de aanleg van kavel I Nederwiek (zuid) tot een afname in de stratificatie zal leiden door toegenomen verticale menging. De mate waarin dit gebeurt is lastig te bepalen omdat dit afhankelijk is van meerdere factoren (o.a. de grootte van het gebied, de dichtheid van de windturbines, het type fundering en daarmee het oppervlak dat waterbeweging blokkeert en stromingspatronen). Omdat het gebied doorgaans seizoenaal tot niet-gestratificeerd is, zal de aanleg van kavel I de stratificatie niet desastreus veranderen. Desondanks kan het er wel voor zorgen dat het gebied in plaats van seizoenaal nog beperkter gestratificeerd zal zijn. De effecten worden daarom licht negatief beoordeeld (0/-). De effecten bestaan voor beide alternatieven, al kan de mate van verstoring van de stratificatie iets sterker zijn voor alternatief 2.

Voor de overplantingsalternatieven geldt dat de extra toename van verticale menging ten opzichte van de basisalternatieven niet significant zal zijn. De overplantingsalternatieven zijn daarom ook licht negatief (0/-) beoordeeld.

Sedimenttransport

Lokale effecten

In het begin van de operationele fase zal de morfologie zich aanpassen aan de nieuwe hydrodynamische situatie. Dit zal in het begin leiden tot enig sedimenttransport, maar dit zal vrij snel uitdoven. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen maar beperkt erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. Daarmee wordt het sedimenttransport lokaal ingeperkt (ACRB, 2013).

Grootschalige effecten

Op grotere schaal is al beschreven dat er een afname van de residuele stroming plaatsvindt in de orde grootte van centimeters per seconde. Volgens Grasmeijer et al. (2022) zijn het netto jaarlijkse transport en de residuele stroming sterk aan elkaar gelinkt in 20 m water diepte. De afname in de residuele stroming in het windpark kan leiden tot transportgradiënten en daarmee tot lichte aanzanding in het windpark waar de residuele stroming afneemt (zuidkant van het windpark) en lichte erosie waar deze weer toeneemt (noordkant van het windpark). Het sedimenttransport ondervindt daarmee net als de waterbeweging een lichte invloed van het windpark.

Omdat deze alleen effecten binnen het windpark gelden worden deze licht negatief beoordeeld (0/-).

Voor de overplantingsalternatieven geldt dat de omvang van het windpark niet toeneemt. De effecten blijven daarom ook voor deze alternatieven beperkt tot het windpark zelf. Het effect op sedimenttransport zal marginaal sterker zijn voor de overplantingsalternatieven maar verwaarloosbaar ten opzichte van de effecten van de basisalternatieven. De beoordeling voor de overplantingsalternatieven is daarom ook licht negatief (0/-).

5.3.2 Effecten van de aanleg en verwijdering

In de volgende secties worden de effecten van de constructie en verwijdering van de windturbines op de hydro-morfodynamische aspecten beoordeeld. Hierin is ook de factor tijd meegewogen. Waar de exploitatie plaatsvindt over een periode van 40-50 jaar en daardoor systematische veranderingen op zouden kunnen treden, is dit tijdens de constructie en verwijdering van het windpark niet het geval. De effecten zijn vaak tijdelijk van aard, waardoor de effecten veelal als licht negatief beoordeeld zijn. Dit geldt ook voor de overplantingsalternatieven; over het algemeen geldt dat de alternatieven voor 5 en 15% meer

windturbines resulteren in een langere periode van werkzaamheden, waardoor de effecten een enigszins langere duur hebben, maar dat de toename hiervan in effecten is beperkt.

Golven

Bij de aanleg en verwijdering van het windpark zal door de aanwezigheid van werkschepen het golfbeeld lokaal in zeer geringe mate veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van de reguliere scheepvaart. De effecten worden daarom neutraal beoordeeld (0) voor de basis- en overplantingsalternatieven.

Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterstand en de stroming zal door de aanwezigheid van werkschepen, bij de aanleg en verwijdering van het windpark, lokaal in zeer geringe (ofwel verwaarloosbare) mate veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van de reguliere scheepvaart. De effecten worden daarom neutraal beoordeeld (0) voor de basis- en overplantingsalternatieven.

Waterdiepte en bodemvormen

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het verwijderen van onontpofte oorlogsresten en wrakken, het plaatsen van de funderingen, het drukken van de poten van de jack-up schepen op de zeebodem, het (eventueel) aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem tijdelijk of permanent worden verstoord. De ruimtelijke impacts, uitgedrukt in oppervlakte bodemberoering zijn beschreven in sectie 5.1.2. De tijdelijke bodemverstoring wordt vooral veroorzaakt door het aanbrengen van de erosiebescherming, het ingraven van de kabels en het steunen van de van poten van een jack-up schip⁴⁸. De permanente bodemverstoring vindt plaats door het verlies aan zandige bodem door funderingen te plaatsen en bodembescherming aan te brengen wat reeds bij de exploitatie-effecten beschreven is. (De permanente bodemverstoring heeft een duur van 40 jaar, de levensduur van het windpark.)

Voorafgaand aan de aanleg van funderingen, erosiebescherming en parkbekabeling worden resterende oorlogsresten en wrakken verwijderd van de zeebodem. Echter vindt deze werkzaamheid plaats op de plekken waar al funderingen, erosiebescherming of bekabeling aangebracht zal worden, waardoor nauwelijks extra bodem beroerd wordt. Het effect van het verwijderen van de oorlogsresten en wrakken zal dus een verwaarloosbaar effect hebben. Bij het plaatsen van de funderingen worden jack-up schepen gebruikt die zichzelf stabiliseren met steunpoten. Naar verwachting wordt er tussen de 126.000 en 192.000 m² aan zeebodem tijdelijk aangetast wat overeenkomt met slechts 0,046 en 0,070% van het oppervlak van Nederwiek I (zie paragraaf 5.1.2). De variatie is afhankelijk van hoeveel windturbines er geplaatst zullen worden. De aanlegwijze van de funderingen (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de hydro-morfologische effecten tijdens de aanleg. Bij de verwijdering van het windpark treden dezelfde soort effecten op, maar in geringere mate. Na het plaatsen van de fundering en erosiebescherming van de bodem zal de waterdiepte gefixeerd zijn op de betreffende locaties en gaat de habitat van zandige zeebodem permanent verloren.

⁴⁸ Het egaliseren van de bodem voor de werkschepen (jack-up schepen) is een zeer ongebruikelijke activiteit tijdens de aanlegfase van windparken in zandige milieus zoals kavel I Nederwiek (zuid). In dit MER is het uitgangspunt genomen dat er voor de werkschepen niet wordt geëgaliseerd. Voor alle type funderingen dient de bodem niet geëgaliseerd te worden met als uitzondering de gravity-based fundering. Met de kennis van nu zal een gravity-based fundering een onwaarschijnlijk alternatief zijn voor kavel I Nederwiek (zuid).

Het ingraven van de parkbekabeling leidt tot de grootste verstoring van het bodemoppervlak. Het verstoorde gebied zal de verstoorde breedte maximaal 15 meter zijn (breedte van een trencher) en de lengte waarover kabels zullen worden neergelegd is afhankelijk van de invulling van het windpark (15 MW of 20 MW en overplantingspercentages). Naar verwachting zal er tussen de 3.140.000 en 4.805.000 m² aan bodem beroerd worden tijdens de aanleg met een trencher. Het effect van zo'n trencher op de zeebodem is zeer beperkt (door het gebruik van lage druk rupsbanden). Uit de ervaring van bodemsurvey-analyses boven kabels is na de aanleg en verwijdering van de kabels vaak een kleine depressie te vinden in de bodemhoogte. Deze vult zich langzaam op met sediment. Omdat Nederwiek ver van de kust ligt en in diep water (tussen -25 en -33 m LAT) is de snelheid van deze sedimentaire processen laag, waardoor de depressies voor langere tijd zichtbaar zullen zijn. Echter vormt de verdieping als gevolg van de depressie geen risico om dezelfde reden dat de waterdieptes groot zijn, de stroomsnelheden laag zijn en de morfologische processen op laag tempo werkzaam zijn. De verdieping die in relatie tot de gehele diepte klein is, zal daarom niet snel stroming aantrekken (vergroting doorstroomoppervlak) en tot verdere erosie leiden zoals dat bijvoorbeeld in getijde-inlaten wel het geval zou zijn. Bij de verwijdering van de parkbekabeling treden minder effecten omdat de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem kunnen worden getrokken waardoor niet over een breedte van 15 m maar over een smallere strook de bodem beroerd wordt zoals dat wel bij de aanleg zal plaatsvinden.

Om bovenstaande redenen zijn de effecten op waterdiepte en bodemvormen in kavel I Nederwiek (zuid) neutraal beoordeeld (0). De overplantingsalternatieven leiden niet tot een significante toename van de effecten ten opzichte van de basisalternatieven en worden ook als neutraal (0) bestempeld.

Bodemsamenstelling

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit heeft resuspensie (opwoeling) van sediment tot gevolg. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Lokaal zorgt dit voor een minimale verhoging van de mediane korrelgrootte waar vooral fijn sediment vandaan getransporteerd wordt. Daarbij is er een minimale verlaging in korrelgrootte waar dit weer bezinkt. Dit proces van bezinken vindt bovendien plaats over een zeer groot oppervlak. De verlaging in korrelgrootte zal naar verwachting dusdanig klein zijn dat de bodemsamenstelling niet significant verandert. Daarbij is het effect gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Na korte tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de hydro-morfologische effecten.

Tijdens het plaatsen van de funderingen wordt in de praktijk met jack-up schepen gewerkt die zichzelf stabiliseren met steunpoten. Naar verwachting wordt er 126.000 en 192.000 m² aan zeebodem tijdelijk beïnvloed. De zeebodem wordt hier tijdelijk gecompacteerd door de hoge druk die de steunpoten uitoefenen op de zeebodem. Hierdoor neemt de porositeit af. Naar verwachting zal bioturbatie (het omwoelen van sediment door dieren die in en om de zeebodem leven) de porositeit in de bovensten actieve laag herstellen met tijd, waardoor de effecten beperkt zullen zijn.

Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. Hierdoor verdwijnt er dus wel een oppervlakte (zie Tabel 5.4) aan zandige bodem. De erosiebescherming wordt uitsluitend zeer lokaal (rond de fundering) toegepast, maar er gaat wel habitat verloren. Omdat dit verlies qua omvang erg beperkt is vergeleken met het totale oppervlak van de Nederlandse wateren, worden de effecten licht negatief beoordeeld (0/-) voor de basisalternatieven. Dit is tevens beschreven voor de effecten tijdens exploitatie.

Voor de overplantingsalternatieven geldt dat er iets meer habitat verloren gaat door de aanleg van extra windturbines, maar dat deze afname niet significant is. De effectbeoordeling is daarom ook licht negatief (0/-) voor de overplantingsalternatieven.

Troebelheid en waterkwaliteit

Bij de aanleg van kavel I Nederwiek (zuid) zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling tijdelijk een verhoging van de troebelheid optreden.

De hoogste vertroebeling zal optreden wanneer de kabels middels mass-flow excavation met trenchers worden begraven. Bij die methodiek wordt sediment door waterjets gefluïdiseerd waardoor de kabel in het sediment zakt. Er kan daarbij vanuit worden gegaan dat de gehele fijne fractie uitspoelt. Wanneer wordt verondersteld dat de kabels middels mass-flow worden begraven op een diepte van 2 m onder de zeebodem zal per meter kabel circa 5 m³ sediment worden gefluïdiseerd. Bij een percentage slib van circa 2.5% (maximum volgens Figuur 5.9) en een dichtheid van 1600 kg/m³ zal er dan circa 200 kg slib worden omgewoeld. Bij een conservatieve begraafsnelheid van 3 m/minuut is dit 600 kg/minuut. Lokaal zal de concentratie slib daardoor verhogen maar wanneer op grotere schaal wordt gekeken neemt de concentratie in de slibpluim snel af. Op een afstand van 500 m zal deze gereduceerd zijn tot een diepte-gemiddelde concentratieverhoging van circa 7,5 mg/l (aangenomen pluimbreedte 100 m, diepte 25 m, stroomsnelheid 0,5 m/s). Deze verhoging treedt alleen op tijdens het begraven. Na aanleg zal de concentratieverhoging niet meer aanwezig zijn. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (<2.5%) zal veel van het opgewoelde sediment snel weer bezinken. Deze verhoging van de troebelheid valt ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van zeewater is in normale situaties ongeveer 4-5 mg/l (zie tevens Figuur 5.12), maar kan tijdens storm lokaal oplopen tot 1.000 mg/l. Het totale effect is klein omdat het effect zeer lokaal en gedurende een korte periode optreedt. Bij de verwijdering van de parkbekabeling kunnen de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem worden getrokken waardoor minder vertroebeling optreedt.

Bij een gravity-based fundering wordt met een sleephopperzuiger een put gegraven van circa 50x50x4 m (lengte x breedte x diepte) waarin grind wordt gestort. Hierop zal de gravity-based fundering worden geplaatst, waarna vervolgens de put rondom de fundering weer wordt vol gestort. Tijdens het graven en vullen van deze putten zal in theorie de troebelheid toenemen door een verhoogde slibconcentratie. In de praktijk echter is in de Belgische windenergiegebieden Belwind en C-Power gedurende anderhalf jaar de concentratie zwevend sediment gemeten en bepaald uit satellietbeelden (Van den Eynde et al. 2013; Brabant et al., 2012). De concentraties lieten daar geen significante verhoging zien tijdens constructie van gravity-based funderingen. Van den Eynde et al. (2013) en Brabant et al. (2012) concludeerden daarmee dat de effecten hoogstens zeer lokaal en tijdelijk zijn.

De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) en de begraafwijze van de kabels (trenchen, jetten of mass-flow excavation) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten. Dit geldt ook voor het verwijderen van de gravity-based fundering; ook hier zijn de effecten gering. De effecten worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (0). Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijke aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

De genoemde effecten zijn vooral te relateren aan de aanleg en verwijdering van de bekabeling. Omdat de lengte van de kabels in het windenergiegebied niet aanzienlijk toeneemt in de overplantingsalternatieven, worden de effecten voor beide overplantingsalternatieven als neutraal (0) beoordeeld.

Stratificatie

De grootschalige stratificatie zal, indien deze aanwezig is, slechts beperkt worden verstoord tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark. Lokaal kunnen grotere effecten optreden, al zal dit door de relatief korte tijdspanne waarin de werkzaamheden plaatsvinden, niet leiden tot significante effecten. De effecten worden als neutraal beoordeeld (0) voor de basis- en overplantingsalternatieven.

Sedimenttransport

Het sedimenttransport op de locatie van kavel I Nederwiek (zuid) zal, door de verhoging van de troebelheid bij de aanleg en verwijdering van het windpark, een beperkte verhoging vertonen door het extra transport van omgewoeld sediment. Dit geldt met name voor het alternatief waarbij een gravity-based fundering wordt toegepast (zie troebelheid en waterkwaliteit). Deze verhoging valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek. Het effect van de aanleg en verwijdering is niet groter dan tijdens bijvoorbeeld een storm kan optreden. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijke aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de basis- en overplantingsalternatieven.

5.3.3 Effecten van het onderhoud

Er wordt naar gestreefd om per windturbine één keer per jaar gepland preventief onderhoud uit te voeren. Het onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal bij voorkeur in de zomermaanden plaatsvinden. Afhankelijk van het type werkzaamheden zal het onderhoud met één of meerdere onderhoudsschepen worden uitgevoerd. Te gebruiken en vrijkomende materialen (bijvoorbeeld olie en vetten) worden geconditioneerd aangevoerd, toegepast en afgevoerd. Hiermee wordt voorkomen dat deze stoffen in het milieu terechtkomen. Het onderhoud heeft geen effect op de beoordelingscriteria. De effecten worden neutraal beoordeeld (0) voor zowel de basis- als overplantingsalternatieven.

5.4 Effectbeoordeling

5.4.1 Basisalternatieven

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van kavel I Nederwiek (zuid) en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard en daarmee niet van natuurlijke evenementen zoals stormen te onderscheiden. Dit resulteert veelal in neutrale beoordelingen. De exploitatie brengt wel langdurige veranderingen met zich mee die vooral licht negatief zijn beoordeeld. De veranderingen door Nederwiek, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het bovendien om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity-based fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter. In Tabel 5.6 zijn de effecten van het windpark en de parkbekabeling weergegeven.

Tabel 5.6 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie.

Golven	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodenvormen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

5.4.2 Overplantingsalternatieven

Het plaatsen van extra windturbines in de overplantingsalternatieven leidt tot marginaal grotere effecten (met name bij een overplanting van 15%). De toename in effecten is echter dusdanig klein, dat de effectbeoordeling voor de basis- en overplantingsalternatieven hetzelfde is (Tabel 5.6).

5.5 Cumulatie

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden voor Nederwiek. Alle effecten zijn verwaarloosbaar en treden slechts zeer lokaal op. Daarnaast zijn ook de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk. Bij de eventuele verdere invulling van windenergiegebied Nederwiek zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden.

Op het schaalniveau van het windenergiegebied Nederwiek zal het effect op morfologie en geologie beperkt zijn. Uit recente studies is echter gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee effect heeft (het mengen van) de stratificatie (Carpenter 2016, Van Duren et al. 2021), de waterbeweging en morfologie (Van der Veen 2008, Boon et al. 2018). Kwantificering van de effecten dient in nadere studies verder bepaald te worden. Echter is te verwachten op basis van modelstudies zoals van Duren et al. (2021) waarin een scenario geschetst wordt voor 2050 waarin het grootste deel van de zuidelijke en centrale Noordzee (schaal: honderden kilometers) in zekere mate effecten zal ervaren van grootschalige cumulatie van windparken op zee. De effecten beïnvloeden onder andere de hydrodynamica, stratificatie en de troebelheid. Zo kan het stratificatieregime (seizoenaal of permanent of sporadisch gestratificeerd) veranderen ten opzichte van de natuurlijke situatie doordat er meer verticale menging plaatsvindt. Bovendien worden de stromingen en daarmee residuele stroming beïnvloed wat effecten heeft om de langdurige sediment transporten.

5.6 Mitigerende maatregelen

Er treden bij geen van de beoordelingscriteria significante effecten op. Alle effecten zijn zeer lokaal en verwaarloosbaar. Daarnaast zijn de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk. Deze effecten beperken zich tot de dagen met goede weerscondities waarop er gewerkt wordt over de

constructieperiode van enkele jaren. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig. Ondanks dat de effectbeoordeling op de meeste aspecten (licht) negatief is, zijn er nog wel gradaties binnen de beoordeling. Zo is bijvoorbeeld het verloren bodemoppervlak afhankelijk van het funderingstype en heeft het type fundering ook effect op andere aspecten, zoals de obstructie voor golven en stroming en het optreden van troebelheidspluimen door turbulentie. Dit dient ondanks de gelijke beoordelingen meegenomen te worden in de keuze van het funderingstype.

5.7 Leemten in kennis

Er is nader onderzoek nodig ten aanzien grootschalige (internationale) ontwikkeling van windenergie op de Noordzee. In Van Duren et al. (2021) is al een goede aanzet gedaan voor het gecumuleerd in kaart brengen van de ontwikkelingen van windparken op de Noordzee. Zij geven echter een aantal belangrijke aanbevelingen om nader onderzoek naar de gecumuleerde effecten uit te voeren. De daadwerkelijke impact op de waterbeweging in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn (nog) niet eenduidig te benoemen. Met name de mogelijk non-lineaire interacties worden als een risico beschouwd.

De drijvende funderingen lijken daarnaast veel potentie te hebben in de toekomst voor windenergie op zee en dan met name in grotere waterdieptes (> 50 m). Het huidige kennisniveau volgend uit de literatuur is nog beperkt; er is voornamelijk kennis uit pilots, met name als het aankomt op grote windturbines (> 10 MW). Van bestaande, geplande projecten en van ontwerpstudies is bekend dat drijvende windturbines doorgaans voorkomen in waterdieptes groter dan 50 m. Op basis daarvan lijken drijvende funderingen geen voor de hand liggende optie te zijn voor het windenergiegebied Nederwiek.

6 Vogels en vleermuizen

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke effecten voor vogels en vleermuizen. Het hoofdstuk maakt gebruik van informatie uit het rapport dat door Waardenburg Ecology is opgesteld en opgenomen is in Bijlage 4. Voor meer informatie en achtergronden wordt verwezen naar dat rapport. In paragraaf 6.2 wordt beschreven welke alternatieven worden beschouwd in dit hoofdstuk. Paragraaf 6.3 geeft het kader voor de beoordeling weer. Paragraaf 6.4 geeft een beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling, waarna in paragraaf 6.5 de effectbeschrijving aan bod komt. Vervolgens komen in paragraaf 6.6, 6.7 en 6.8 respectievelijk de conclusie, cumulatie en mitigerende maatregelen aan de orde. Paragraaf 6.9 en 6.10 sluiten af met leemten in kennis en grensoverschrijdende effecten. De toetsing aan de Omgevingswet gebeurt voor soorten in Bijlage 7 en voor gebieden in Bijlage 8 (Passende Beoordeling).

6.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

In kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) worden windturbines met een totale maximale capaciteit van ca. 2 tot 2,3 GW gebouwd. De vergunninghouder kan in een later stadium bepalen welke turbines gebouwd gaan worden en in welke configuratie, binnen de bandbreedte die is aangegeven in het kavelbesluit. Om tot een goede inschatting te komen van de effecten van mogelijke initiatieven binnen de kavel worden de effecten op vogels en vleermuizen bepaald voor een bandbreedte van verschillende aantallen windturbines en windturbintypes (Tabel 6.1). Deze specificaties garanderen een worst case benadering van effecten binnen de bandbreedte. Daarbij gaat het voor vogels en vleermuizen met name om het verschil in rotordiameter (minimum 236 bij alternatief 1a en maximum 280 meter bij alternatief 2a) en het verschil in aantal turbines (minimaal 100 bij alternatief 2a en maximaal 134 turbines bij alternatief 1a). Ook zijn nog een aantal overplantingsalternatieven beschouwd (de b- en c-varianten in de volgende tabel), waarbij respectievelijk ca. 5% en 15% meer vermogen in kavel I wordt opgesteld. Dit zijn alternatieven met iets meer turbines en een groter totaal opgesteld vermogen.

Tabel 6.1 Kenmerken van de te onderzoeken alternatieven voor vogels en vleermuizen

Alternatief 1a	15	134	2.010	25	143	236
Alternatief 1b (5%-overplanting)	15	140	2.100	25	143	236
Alternatief 1c (15%-overplanting)	15	153	2.295	25	143	236
Alternatief 2a	20	100	2.000	25	165	280
Alternatief 2b (5%-overplanting)	20	106	2.120	25	165	280
Alternatief 2c (15%-overplanting)	20	115	2.300	25	165	280

Uitgangspunt in de effectbeoordeling is dat de turbines driebladig zijn, zoals de gangbare techniek momenteel is.

6.3 Beoordelingskader

De beoordeling van effecten van de verschillende alternatieven (paragraaf 6.2) is erop gericht om op een gestructureerde manier inzicht te geven in de effecten van de installatie, het gebruik en het verwijderen van windparken volgens de voorgestelde configuratie (exclusief kabeltracé naar land). De uitgangspunten voor het beoordelingskader zijn:

- goede aansluiting bij nationaal en internationaal natuurbeleid (zie ook hoofdstuk 2 van dit MER);
- goede aansluiting bij nationale en internationale wet- en regelgeving;
- effecten waar mogelijk gekwantificeerd;
- heldere plaatsing van de effecten van het voorgenomen park in cumulatie met effecten van andere parken en ontwikkelingen.

Naast dat windparken effecten op vogels hebben in de gebruiksfase, kunnen ook tijdens de aanleg en verwijdering van turbines effecten optreden. In dit hoofdstuk worden de effecten van zes windparkalternatieven in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) behandeld tijdens deze drie verschillende stadia. Er wordt onderscheid gemaakt in vier groepen vogels:

- niet-broedende lokale zeevogels (of lokaal verblijvende niet-broedvogels);
- broedende (kolonie)vogels;
- niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden;
- vogels op seizoenstrek (trekvogels).

Ook wordt het effect op vleermuizen beschouwd tijdens de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase.

Tabel 6.2 Beoordelingskader vogels en vleermuizen

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Vogels	
Aanleg windpark (constructiefase)	
Verstoring aanleg fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
Gebruik windpark (operationele fase)	
<u>Lokaal verblijvende niet-broedvogels</u>	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers ⁴⁹
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels
<u>Broedende (kolonie)vogels</u>	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers ⁴⁹

⁴⁹ Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% aan te houden van de individuen die habitatverlies ondervinden.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers ⁴⁹
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Vogels op seizoenstrek	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Aantal km ² van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Verwijdering windpark (verwijderingsfase)	
Verstoring door verwijderen kabeltracé en fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
Vleermuizen	
Aanvaringsrisico	Aantal vleermuisslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Aantal km ² van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Kwalitatief effect van aanwezigheid windturbines en onderhoud

Om de effecten van de verschillende alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een +/- score beoordeeld. Hiervoor wordt de beoordelingsschaal uit de volgende tabel gehanteerd. Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

Tabel 6.3 Scoringstabel voor effecten

++	Sterk positief effect	
+	Positief effect	
0	Neutraal effect	
-	Negatief effect	
--	Sterk negatief effect	

6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Vogels

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in kavel I van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) effect heeft op vogelwaarden, is het nodig om te weten welke soorten vogels er gedurende de verschillende seizoenen voorkomen, in welke dichtheden en hoe ze het gebied gebruiken. Voor een kwantitatieve inschatting van effecten is gebruik gemaakt van de best beschikbare telgegevens van zeevogels en trekvogels op het Nederlandse deel van de Noordzee, inclusief windenergiegebied Nederwiek, zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie (hierna: KEC) (Leopold et al. 2015, Rijkswaterstaat 2015, Van der Wal et al. 2015, Rijkswaterstaat 2016) en de recente actualisatie daarvan (Gyimesi et al. 2018b, Van der Wal et al. 2018, Rijkswaterstaat 2019, Potiek et al. 2022b).

Daarvoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Gegevens die zijn verzameld in het kader van het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands), waarvoor de Nederlandse Noordzee vanaf 1991 jaarlijks meerdere keren wordt geteld (o.a. Arts, 2013, Fijn et al. 2018);
- Gegevens uit diverse Europese tellingen die zijn samengebracht in de European Seabirds At Sea (ESAS) database (Tasker et al, 1984, Reid & Camphuysen 1998, Leopold et al, 2012);
- Dichtheidskaarten ontwikkeld door Waggit et al. (2020);
- Data van vogeltellingen uitgevoerd vanaf boorplatform K14 (Fijn et al. 2012, 2015a).

Wanneer voor een vogelsoort dichtheidskaarten beschikbaar zijn vanuit Waggit et al. (2020), zijn in de berekeningen deze dichtheidskaarten gebruikt als input voor de dichtheden. Echter, Waggit et al. (2020)

hebben niet alle zeevogelsoorten behandeld. Voor de overige soorten zijn de tweemaandelijks KEC 4.0 dichtheidskaarten gebruikt⁵⁰.

Tabel 6.4 Bronnen voor dichtheidskaarten gebruikt voor de verschillende zeevogelsoorten. Waggit kaarten zijn gebaseerd op Waggit et al. (2020) en KEC 4.0 kaarten op ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b, specifiek voor zilverbmeeuw: Soudijn et al. 2022a).

Dichtheidskaarten Waggit et al. (2020)	KEC 4.0 kaarten
zilverbmeeuw	grote mantelmeeuw
drieteenmeeuw	dwergmeeuw
kleine mantelmeeuw	kleine jager
noordse stormvogel	visdief / noordse stern
grote jager	grote stern
jan-van-gent	ongedetermineerde duiker
alk	
zeekoet	
papegaaiduiker	

Vleermuizen

In vergelijking met vogels is er weinig bekend over de populatiegroottes van vleermuizen. De schatting van de populatie van ruige dwergvleermuizen die over de Noordzee migreert heeft een zeer grote bandbreedte (100-1.000.000; Limpens et al. 2017). Waar de vleermuizen die over de Noordzee trekken precies vandaan komen is niet bekend (Rijkswaterstaat 2015). Het European Topic Centre on Biological Diversity (geraadpleegd 2023) geeft een overzicht van schattingen en trends van vleermuispopulaties in landen van de Europese Unie voor de periode 2013-2018 (<https://nature-rt17.eionet.europa.eu/article17/>). Gegevens van deze databank zijn gebruikt om populatiegroottes te bepalen. In het KEC (Rijkswaterstaat 2015, 2019) zijn alle beschikbare waarnemingen van vleermuizen boven het zuidelijke Noordzeegebied gepresenteerd en deze zijn ook in voorliggend rapport verwerkt. Dit geldt tevens voor ruwe data tot en met voorjaar 2021.

6.4.1 Lokaal verblijvende niet-broedvogels

Tabel 6.5 geeft de dichtheden van vogels in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) weer. Deze dichtheden zijn bepaald op basis van MWTL-/ESAS-tellingen conform Rijkswaterstaat (2015) en Potiek et al. (2022b), of de dichtheidskaarten van Waggit et al. (2020). De bron die per soort is gehanteerd is in Tabel 6.4 opgenomen.

⁵⁰ Voor Nederlandse parken zijn de KEC 4.0 dichtheidskaarten gebaseerd op de nationale dichtheden uit de MWTL-tellingen, en voor buitenlandse windparken zijn de KEC 4.0 dichtheidskaarten gebaseerd op de internationale dichtheden uit de ESAS database (cf. Potiek et al. 2022; Soudijn et al. 2022).

Tabel 6.5 Dichtheden van zeevogels in kavel I van Nederwiek (zuid) gebruikt in de slachtofferberekeningen op basis van MWTL-/ESAS-tellingen (cf. KEC 4.0; Potiek et al. 2022b) of dichtheidskaarten van Waggit et al. (2020).

Soort	aug/sep	okt/nov	dec/jan	feb/maa	apr/mei	jun/jul
ongedetermineerde duiker	0,0	0,0	0,03	0,1	0,02	0,0
noordse stormvogel	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
noordse pijlstormvogel	0,02	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02
jan-van-gent	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
kleine jager	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
grote jager	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
dwergmeeuw	0,1	0,03	0,1	0,0	0,5	0,0
kleine mantelmeeuw	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
zilverbmeeuw	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
grote mantelmeeuw	0,2	0,3	0,4	0,1	0,03	0,1
drieteenmeeuw	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,1
grote stern	0,1	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0
visdief/noordse stern	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
zeekoet	0,5	0,8	1,1	1,0	0,4	0,3
alk	0,1	0,1	0,2	0,2	0,05	0,03
papegaaiduiker	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01

6.4.2 Broedende (kolonie) vogels

Binnen de begrenzing van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) broeden geen vogels, echter diverse soorten die broeden aan de kust komen tijdens (dagelijkse) foerageervluchten op zee in het gebied tijdens het broedseizoen. Per soort wordt in de volgende tabel aangegeven of de soort in aanvaring kan komen met windturbines in de kavel qua afstand tot de broedplaats. Voor de onderbouwing wordt verwezen naar Bijlage 4, waar de vraag wordt beantwoord of het relevant is voor de soort aanvaringsslachtoffers te berekenen of dat de aanwezigheid van de koloniesoort te verwaarlozen is (in het kader van de Natura 2000-activiteit onder de Omgevingswet). Het gaat hier om kolonievogels en niet om vogels tijdens seizoenstrek.

Tabel 6.6 Relevantie beschermde kolonievogels in relatie tot kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid)

Soort	Kan de soort uit beschermde kolonies in aanraking komen met turbines in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid)?	Relevant om aanvaringsslachtoffers van de kolonievogels te bepalen in het kader van de Omgevingswet?
jan-van-gent	Ja, de Natura 2000-kolonies Bampton Cliffs, Flamborough, Filey Coast en Helgoland kunnen kavel I in theorie bereiken. Echter, dit kan als zeer incidenteel worden beschouwd.	Nee
aalscholver	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
noordse stormvogel	Nee, de fractie die op rotorhoogte vliegt is minimaal.	Nee
drieteenmeeuw	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
kokmeeuw	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
stormmeeuw	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
kleine mantelmeeuw	Ja, de Natura 2000-kolonies in de Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en de Nederlandse Waddenzee kunnen kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) bereiken.	Ja
zilvermeeuw	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote mantelmeeuw	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt waarschijnlijk buiten foerageerafstand, maar de kolonies liggen niet in beschermd natuurgebied.	Nee
dwergstern	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
noordse stern	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
visdief	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote stern	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
zeekoet	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
alk	Nee, kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee

6.4.3 Vogels tijdens seizoenstrek

Soortenspectrum

Over de Noordzee trekken jaarlijks vele miljoenen vogels, waaronder typische zeevogels maar ook landvogels onderweg van broedgebieden naar overwinteringsgebieden en vice versa (o.a. Lensink & van der Winden 1997, Exo et al. 2002, LWVT/SOVON 2002, Krijgsveld et al. 2011, Hill et al. 2014). Boven windenergiegebied Nederwiek (zuid) trekken jaarlijks tientallen miljoenen vogels waarin grofweg drie hoofdgroepen trekvogels zijn te onderscheiden: zeevogels, kustvogels en landvogels (zang- en

watervogels). In Tabel 6.7 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste soorten die in het windenergiegebied verwacht worden. Bovendien wordt vliegrichting en de vlieghoogte aangegeven.

Tabel 6.7 Overzicht van meest voorkomende soorten in drie trekgroepen boven windenergiegebied Nederwiek (zuid).

soort	voorkomen*	vliegrichting**	vlieghoogte***
zeevogels			
noordse stormvogel	2	1	^-
jan-van-gent	2	1	+
grote jager	3	1	+/-
kleine jager	3	1	+/-
grote mantelmeeuw	3	1	+
kleine mantelmeeuw	3	1	+
dwergmeeuw	3	1/3	+/-
drieteenmeeuw	2	1	+
noordse stern	1	1	+
grote stern	3	2	+
zeekoet	3	1	^-
alk	3	1	^-
kustvogels			
roodkeelduiker	2	2	+/-
parelduiker	1	2	+/-
aalscholver	1	2/3	+
fuut	1	2	^-
zwarte zee-eend	2	2	+/-
grote zee-eend	2	2	+/-
eider	1	2	+/-
kokmeeuw	1	2	+
zilvermeeuw	1	2	+
stormmeeuw	1	2	+
visdief	2	2	+
zwarte stern	1	2	+
steltlopers (zoals rosse grutto, bonte strandloper, tureluur, zilverplevier)	1	2	-
landvogels (zang- en watervogels)			
kleine zwaan	1	3	+/-
rotgans	1	2/3	+/-
bergeend	1	2/3	+/-
kuifeend	1	2/3	+/-
topper	1	2/3	+/-
smient	1	2/3	+/-
kanoet	1	2/3	- / -^

rosse grutto	1	2/3	- / -^
tureluur	1	2/3	- / -^
bonte strandloper	1	2/3	- / -^
zilverplevier	1	2/3	- / -^
kievit	1	2/3	- / -^
watersnip	1	3	- / -^
houtsnip	1	3	- / -^
koperwiek	1	2/3	-
merel	1	2/3	-
zanglijster	1	2/3	-
spreeuw	1	2/3	-
veldleeuwerik	1	2/3	-
graspieper	1	2/3	-
roodborst	1	2/3	-
vink	1	2/3	-

* 1 = in lage aantallen..., 2 = middelhoge aantallen..., 3 hoge aantallen t.o.v. totale trekstroom

** 1 = noord >> zuidwest v.v., 2 = noordoost >> zuidwest v.v., 3 = west >> oost v.v.

*** - = kleine fractie van totale trek op rotorhoogte, +/- = gemiddelde fractie, + = grote fractie op rotorhoogte, -^ = meest vlak boven zee onder rotorhoogte

Vliegintensiteit

Zee- en kustvogels

Specifieke trekbanen of zogeheten 'migration corridors' met hogere trekdichtheden dan andere stukken zijn niet bekend uit het gebied. Naar verwachting vertonen alle zeevogels hier breed-front trek⁵¹, met name vanuit het Kanaal de Noordzee op en vice versa.

Landvogels

Landvogels kunnen naast deze noord-zuid trekrichting ook een oost-west trekrichting tussen de Britse Eilanden en het Europese continent. Voor landvogels is in onderstaande Tabel 6.8 een schatting gegeven van de flux (aantal vogels dat passeert).

⁵¹ Breed-front trek is verplaatsing verspreid over de Noordzee en niet in specifieke banen met hogere dichtheden vogels.

Tabel 6.8 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km per jaar op rotorhoogte in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid), op basis van radarfluxen en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld met behulp van visuele waarnemingen door Fijn et al. (2012) rond K14. Hiervoor is de meeste soortgroepen uitgegaan van fracties op rotorhoogte uit Wright et al. (2012). Voor zangvogels zijn twee alternatieven van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) vermeld {alternatief 1 = 143 m ashoogte en 236 m rotordiameter; alternatief 2 = 165 m ashoogte en 280 m rotordiameter}.

Soortgroep	Fractie van totale flux op K14	Aantalsschattingen op rotorhoogte per strekkende kilometer		
		K14	Nederwiek (zuid) kavel I alternatief 1	Nederwiek (zuid) kavel I alternatief 2
ganzen en zwanen	0,006	~1.000	cf. K14	cf. K14
eenden	0,001	~60	cf. K14	cf. K14
reigers	0	0	cf. K14	cf. K14
roofvogels en uilen	0,0005	~100	cf. K14	cf. K14
steltlopers	0,003	~300	cf. K14	cf. K14
zangvogels overdag	0,20		~19.000	~20.000
zangvogels nacht	1		~100.000	~108.000
zangvogels totaal			~118.00	~128.000

Voor het windenergiegebied Nederwiek (zuid) geldt dat het waarschijnlijk dermate ver op zee ligt dat het voorkomen van kustvogels verwaarloosbaar is, en dat voornamelijk zeevogels en breed-front trek van landvogels relevant zijn.

Vliegrichtingen

In het najaar vliegen trekvogels van het vaste land naar de Britse Eilanden in het westen, terwijl in het voorjaar de trekstroom de andere kant op gaat. Daarnaast vliegen grote aantallen trekvogels in het najaar naar het zuiden vanuit de noordelijke Noordzee en Scandinavië respectievelijk het Kanaal in of naar het zuid(west)en van Europa. In het voorjaar gaan deze de andere kant op. In Bijlage 4 en Tabel 6.7 is voor de verschillende groepen trekvogels de vliegrichting onderscheiden.

Vlieghoogtes

Seizoenstrek van zeevogels gebeurt eigenlijk onder bijna alle omstandigheden, echter een gunstige wind ten opzichte van de trekrichting is van invloed op de trekintensiteit van de meeste soorten. Van de soorten in deze groep is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder de 100 m, maar meestal veel lager), en daarmee zijn bij windturbines met hogere tiplaagtes in het algemeen minder aanvaringsslachtoffers te verwachten dan bij lagere tiplaagtes (zie ook bijlage 4). Echter, het is ook bekend dat duikers, meeuwen, jagers en sterns op trek op honderden meters hoogte kunnen vliegen en daarmee buiten het bereik van rotoren van windturbines op zee blijven. In Bijlage 4 en Tabel 6.7 is voor de verschillende groepen trekvogels de vlieghoogte onderscheiden.

6.4.4 Vleermuizen

Lokale vleermuizen

De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen als watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt onder de 10 kilometer en gezien de afstand van kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt. Aanvaringsslachtoffers van lokale vleermuizen worden daarom verder niet behandeld in dit MER.

Vleermuizen tijdens seizoenstrek

Langeafstand migratie is voor rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis goed gedocumenteerd. Deze soorten trekken in de herfst vanuit Scandinavië, de Baltische Staten en Rusland naar plaatsen in Europa met een zachter zeeklimaat (Rydell et al. 2014). Gedurende de trektijd worden lage aantallen ruige dwergvleermuizen vrijwel overal waargenomen, hetgeen duidt op breedfronttrek. De meeste vleermuissoorten volgen tijdens de seizoenstrek rivieren (Furmankiewicz & Kucharska 2009) en de kust (Petersons 2004, McGuire et al. 2012). Tijdens deze trek steken de dieren ook grote meren, de Oostzee en de Noordzee over. Zo is migratie tussen Engeland en de Baltische Staten zes keer en tussen Nederland en Engeland één keer bewezen voor de ruige dwergvleermuis door teruggevangen geringde dieren (Bat Conservation Trust, 2017). Recentelijk zijn op het Duitse offshore eiland Helgoland twee ruige dwergvleermuizen door onderzoekers gezenderd en vervolgens gevolgd door het MOTUS systeem langs hun trek naar het vaste land van Duitsland en daarna langs de kust van Nederland en België (Bach et al. 2022). Door hetzelfde systeem zijn ook in Engeland gezenderde ruige dwergvleermuizen in Nederland geregistreerd. Daarnaast bevestigen deze metingen dat trek over de Noordzee binnen één nacht mogelijk is. De benodigde vliegsnelheid hiervoor is hoger dan bekend voor de soort, zodat de dieren waarschijnlijk sterk profiteren van rugwind (Lagerveld 2021).

Vleermuisactiviteit is diverse keren gemeten in windparken in de Noordzee (Lagerveld et al. 2021, 2022). In sommige windparken in de Noordzee, zoals PAWP, zijn binnen een maand meer dan 100 vleermuisgeluiden opgenomen (Jonge Poerink et al. 2013, Lagerveld et al. 2014, 2022). Het is zeer waarschijnlijk dat het bij deze opnames om migrerende vleermuizen gaat.

In de Nederlandse windparken OWEZ en PAWP zijn ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Jonge Poerink et al. 2013, Lagerveld et al. 2015). Deze parken liggen dicht bij de kust dan windenergiegebied Nederwiek (zuid). De meest recente metingen geven aan dat het overgrote deel (92%) van de geregistreerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestaat uit ruige dwergvleermuizen (Lagerveld et al. 2023). Daarnaast komen in de omgeving van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) volgens de metingen kleine aantallen rosse vleermuizen en/of tweekleurige vleermuizen (de waarnemingen betroffen de soortgroep Nyctaloide, wat wil zeggen dat de soort niet met zekerheid bepaald kon worden) en gewone dwergvleermuizen voor (Lagerveld et al. 2023).

Op basis hiervan kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) slachtoffers van de ruige dwergvleermuis, de rosse vleermuis, de tweekleurige vleermuis en de gewone dwergvleermuis vallen en daarom wordt hieronder een populatieschatting van deze soorten gegeven.

Ruige dwergvleermuis

De herkomst van ruige dwergvleermuizen over de Noordzee is nog nooit systematisch bestudeerd. Door Limpens et al (2016) is een schatting gemaakt van het aantal ruige dwergvleermuizen dat jaarlijks over de zuidelijke Noordzee trekt. Ze kwamen uit op 40.000 dieren (met een marge 100 – 1.000.000) afkomstig van verschillende bronpopulaties in Europa. Het Kennisdocument Ruige dwergveermuis schat de aantallen in de trektijd, in het najaar, op 50.000 tot 100.000 dieren (BIJ12, 2017), maar het is onduidelijk waar deze schatting op gebaseerd is. De meest waarschijnlijke herkomst van trekkende ruige dwergvleermuizen boven de Noordzee is te vinden in de Baltische Staten, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië en Rusland. Op basis van deze kennis worden in Tabel 6.9 populatieschattingen zover bekend voor deze landen weergegeven.

Tabel 6.9 Grootte van bronpopulaties van ruige dwergvleermuizen in omliggende landen (bron: European Topic Centre on Biological Diversity); N/A = niet bekend.

Herkomst	Populatieschatting
Nederland	100.000
Duitsland	121.000
Verenigd Koninkrijk	1.000
Denemarken	N/A
Polen	29.000
Letland	60.000
Estland	47.000
Litouwen	N/A
Finland	N/A
Zweden	N/A

Rosse vleermuis

Alle waarnemingen van rosse vleermuizen boven zee en langs de kust zijn gedaan tijdens de trekperiode, met een piek in eind augustus. Daarom lijkt het waarschijnlijk dat rosse vleermuizen die ver uit de kust waargenomen zijn, niet afkomstig zijn uit Engelse of Nederlandse populaties. De meest waarschijnlijke herkomst van trekkende rosse vleermuizen boven de Noordzee zijn de Baltische Staten, Wit-Rusland, Rusland, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië. Op basis van deze kennis worden in Tabel 6.10 populatieschattingen en trends voor zover bekend voor deze landen weergegeven.

Tabel 6.10 Grootte van bronpopulaties in diverse relevante Europese landen van rosse vleermuis in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Bron: European Topic Centre on Biological Diversity (<http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/>), geraadpleegd op 21-10-2020. Trend voor rosse veermuis ook aangegeven: N/A niet bekend; + toenemend; = stabiel.

Nederland	4.000	+
Duitsland	N/A	+
Verenigd Koninkrijk	N/A	N/A
Denemarken	N/A	N/A
Polen	50.000	=
Letland	5.000 – 10.000	N/A
Estland	N/A	+
Litouwen	N/A	=
Finland	N/A	N/A
Zweden	55.000 – 95.000	=

Tweekleurige vleermuis

De tweekleurige vleermuis is een dwaalgast in het Verenigd Koninkrijk en is zeldzaam in België en Nederland. De soort komt vooral in Midden- en Oost-Europa en in het zuiden van Scandinavië voor. De tweekleurige vleermuis is bekend als een langeafstand trekker, met name de populaties meer in het oosten van Europa (Dietz et al. 2007). Tweekleurige vleermuizen zijn meerdere malen gevonden op platforms in de Noordzee, maar deze waarnemingen komen vanuit gebieden ten noorden van Nederland (Boshamer & Bekker 2008). Op basis hiervan kunnen we ervan uitgaan dat de waarnemingen van de soortgroep Nyctaloide vermeld door Boonman & Japink (2022) in de omgeving van windenergiegebied Nederwiek I rosse vleermuizen betroffen en geen tweekleurige vleermuizen. De soort wordt daarom verder in dit milieueffectrapport **niet behandeld**.

Gewone dwergvleermuis

De gewone dwergvleermuis is de meest algemene soort op land. Omdat de seizoensgebonden verplaatsingen meestal niet meer dan 20 kilometer bedragen, wordt de soort in het algemeen als niet-migrerend beschouwd (Dietz et al. 2007). Op basis hiervan lijkt het waarschijnlijk dat de gewone dwergvleermuis slechts als dwaalgast of zeldzame bezoeker op de Noordzee waar te nemen is. Vanwege de vermelding van het voorkomen van de soort door Lagerveld et al. (2023) wordt de soort verderop in dit milieueffectrapport **wel behandeld**.

6.5 Effectbeschrijving

In deze effectbeschrijving wordt eerst in z'n algemeenheid ingegaan op mogelijke effecten van windturbines op vogels en vleermuizen (6.5.1). Vervolgens worden de effecten op vogels tijdens de aanleg en verwijdering van windturbines in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) beschreven (6.5.2). In paragraaf 6.5.3 wordt ingegaan op de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase, waarna de effecten in de gebruiksfase voor lokaal verblijvende soorten (6.5.4), broedende (kolonie)vogels (6.5.5), niet-broedvogels uit beschermde gebieden (6.5.6) en vogels tijdens seizoenstrek (6.5.7) worden beschreven. De effecten op vleermuizen komen in paragraaf 6.5.8 aan bod.

6.5.1 Kennisoverzicht effecten van wind op zee

Hoofdstuk 3 in Bijlage 4 beschrijft de beschikbare kennis omtrent de effecten van windparken op zee op vogels en vleermuizen. Voor meer informatie wordt naar die bijlage verwezen.

Vogels

In het algemeen kunnen er vier hoofdeffecten van windturbines op zee op vogels worden onderscheiden:

- **Aanvaringen** - effecten op passerende (lees: langsvliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten. Ook kunnen vogels in het zog achter de windturbine gedesoriënteerd of uit balans raken en daardoor in aanvaring komen met objecten.
- **Barrièrewerking** - vogels verleggen hun vliegpaden om aanvaringsrisico's te vermijden. Indien hierdoor stukken gebied niet meer gebruikt kunnen worden, vormen de windturbines een barrière op een vliegroute of trekbaan met verhoogde energetische uitgaven tot gevolg.
- **Habitatverlies** - effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg ook wel "verstoring" genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windpark. De verstoringssafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat.
- **Indirecte effecten** - De constructie en exploitatie van een windpark op zee veroorzaken daarnaast diverse veranderingen van de lokale habitat. Dit heeft gevolgen voor de daar levende vogels. Empirische gegevens zijn (nog) niet beschikbaar, maar op basis van resultaten uit diverse onderzoekslijnen aan verschillende diergroepen zijn enkele effecten te verwachten.

Alle bovengenoemde effecten doen zich voor tijdens de diverse fasen van een windpark in het windenergiegebied Nederwiek (zuid):

- Aanlegfase - aanleg van funderingen, plaatsen turbines, aanleg kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- Operationele fase - aanwezigheid masten, draaien van windturbines en onderhoud en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- Verwijderingsfase - verwijdering van funderingen, kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen.

Eén van de eerste monitoringsprogramma's naar de effecten van windturbines op zee op vogels werd vanaf ongeveer 2000 uitgevoerd in Denemarken naar aanleiding van de bouw van de parken Horns Rev I en Nysted. In de loop der jaren volgden onderzoeksprogramma's in Nederland, Duitsland, België, Zweden en het Verenigd Koninkrijk.

Om tot een effectbeschrijving te komen voor een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn de resultaten van bovengenoemd onderzoeken gebruikt in deze paragraaf. Aanvullend is soms ook gebruik gemaakt van onderzoek aan windturbines op land of in kustwateren om kennislacunes op zee te kunnen vullen. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten wordt gegeven in Tabel 6.11. Doordat elke windparklocatie anders is in de aanwezigheid en het gebruik van het gebied door vogels, zijn de onderstaande resultaten niet rechtstreeks te vertalen naar de situatie in windenergiegebied Nederwiek (zuid). Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark op de verschillende soort(groep)en.

Tabel 6.11 Samenvattende tabel van de belangrijkste resultaten van enkele grote onderzoeksprogramma's naar gedrag van vogels met betrekking tot windturbines op zee.

ZWE	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijkgedrag van eiders en een enkele waargenomen aanvaring. Geen verstoring van ijseenden.
DEN	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijkgedrag van zee-eenden en meeuwen. Habitatverlies van duikers, zee-eenden, alkachtigen en sterns. Aantrekking van sterns aan de randen van parken. Gewinning van zee-eenden na enkele gebruiks jaren.
NLD	zeevogels en landvogels	Uitwijkgedrag van jan-van-gent, duikers, sterns, alkachtigen en zwarte zee-eend, ganzen, zwanen en eenden. Geen uitwijkgedrag van aalscholver, meeuwen, zangvogels en steltlopers. Habitatverlies van duikers, fuut, jan-van-gent, zwarte zee-eend, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, stormmeeuw, drieteenmeeuw, grote stern, visdief/noordse stern en alkachtigen.
BEL	zeevogels	Habitatverlies van jan-van-gent, zeekoet, alk. Aantrekking van zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw.
VK	zeevogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, aalscholvers, zwarte zee-eend, noordse stormvogel, zilvermeeuw, grote stern en alkachtigen. Aantrekking van aalscholver, grote meeuwen, duikers. Uitwijkgedrag van kleine rietgans. Gedetailleerde verzameling van gegevens over foerageerranges in relatie tot offshore windparken. Gevoelighedsanalyse van verschillende soorten.
DUI	zeevogels en landvogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, drieteen-meeuw en zeekoet. Uitwijkgedrag van dwergmeeuw, maar niet van andere soorten meeuwen. Vliegbewegingen van zangvogels op rotorhoogte.

De effecten op vogels zijn weergegeven in Tabel 6.12 (zie hoofdstuk 3 van Bijlage 4 voor een nadere toelichting. Hierbij zijn de effecten dermate algemeen dat hier nog geen onderscheid gemaakt is in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels op seizoenstrek.

Tabel 6.12 Algemene effecten van windturbines op vogels.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Aanvaringen	Constructie-fase	Met name in het donker kunnen aanvaringen van vogels voorkomen met sedentaire objecten, zoals turbines en stilliggende schepen, maar het gaat hierbij om incidenten. Exacte schattingen van aantallen slachtoffers zijn niet bekend maar totale aantallen slachtoffers zijn klein, vergelijkbaar met een willekeurige situatie op land waar vogels ook met gebouwen in aanraking komen (Drewitt & Langston 2008).
		Veel belangrijker tijdens de constructiefase is de permanente aanwezigheid van schepen die verlichting voeren. Verlichting trekt namelijk allerlei diersoorten aan, maar met name vogels, waardoor deze gedesoriënteerd raken (Barton & Pollock 2009, Bruinzeel et al. 2009). Dit komt met name voor bij nachtelijk vliegende (trek)vogels, maar ook sommige zeevogels zijn gevoelig voor aantrekking door licht. Gevolg is dat deze vogels in aanraking komen met het schip of gebouwde structuren op zee met vaak directe mortaliteit tot gevolg. Bovendien kunnen vogels gevangen raken in het licht en vliegend rondom de lichtbron uitgeput raken, of door desoriëntatie boven zee verdwaald raken.
		Er zijn studies waarin geconcludeerd wordt dat effecten van aantrekking door licht op populatieniveau verwaarloosbaar zijn, maar anderen wijzen op overschrijdingen ver boven de 1%-mortaliteitsnorm (zie hoofdstuk 6 van Bijlage 4) (Bruinzeel et al. 2009). Bruinzeel et al. (2009) onderzochten echter offshore platforms waar felle verlichting vanwege veiligheidseisen langdurig gebruikt wordt. In het geval van scheepsverlichting is er sprake van tijdelijke effecten en bij een enkel windpark zullen de effecten op populatieniveau naar verwachting verwaarloosbaar zijn. Gerichte

		studies naar de aantrekkende werking van scheepsverlichting bij offshore windparken zijn echter nog niet voorhanden. Omdat de bouw van de afzonderlijke windparken met een enkel of klein aantal schepen gebeurt, dat in de meeste gevallen niet in dezelfde periode zal plaatsvinden, en niet overal met dezelfde lichtintensiteit gepaard gaan, zullen de cumulatieve effecten tegen de bestaande lichteffecten op de Noordzee verwaarloosbaar zijn.
	Operationele fase	Vogels kunnen in aanvaring komen met draaiende windturbines. Slechts twee studies rapporteren waarnemingen van aanvaringen van zeevogels met een windturbine op zee. Skov et al. (2018) meldten voor een periode van twee jaar in totaal 6 aanvaringen van meeuwen met een windturbine met een waarschijnlijke dood als gevolg. Dit onderzoek is middels een camera in een offshore windpark in het Verenigd Koninkrijk uitgevoerd. De andere melding betrof met behulp van radar en visuele observaties waargenomen aanvaringen van eiders in Zweden. Uit een groep met 310 vogels werden vier vogels geraakt, waarvan één met zekerheid werd gedood (Pettersson 2005). Daarentegen zijn volgens recente metingen in een offshore windpark in Schotland geen slachtoffers geregistreerd in twee verschillende jaren tijdens het broed- en post-broedseizoen op basis van ruim 3.000 video-opnames geregistreerd overdag bij de windturbines (Tjørnløv et al. 2023). De auteurs concluderen dat zeevogels overdag onder de meeste weersomstandigheden een lage aanvaringskans hebben, maar verhoogde turbulentie en wind snelheden kunnen uitwijkgedrag beïnvloeden (Tjørnløv et al. 2023). Verlichting kan een aantrekkende werking hebben, vooral op nachtelijk trekkende vogels (o.a. Barton & Pollock 2009), wat kan leiden tot een verhoogd aantal aanvaringen. Kleur en intensiteit van het licht zijn van groot belang. De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers gebruik wordt gemaakt van het stochastische Collision Risk Model (sCRM).
	Verwijderings-fase	De kans op aanvaringen tijdens de verwijderingsfase zijn vergelijkbaar met die tijdens de constructiefase. Niet zozeer de aanwezigheid van turbines vormt een risico op aanvaringen alsmede de aanwezigheid van permanent verlichte schepen in het gebied.
Barrière-werking	Constructie-fase	Kwantitatieve gegevens over barrièrewerking tijdens de constructiefase zijn niet beschikbaar. De verwachting is dat eventuele verstoring van vliegpaden in de loop van de tijd toeneemt door het toenemende aantal turbines, naar gelang de bouw van het park vordert.
	Operationele fase	Veel soorten vogels wijken uit bij nadering van een windpark op zee of op land om zo langs het park of individuele turbines te vliegen (Petersen et al. 2006, Krijgsveld et al. 2011, Masden et al. 2012, Krijgsveld 2014, Bowgen & Cook 2018, Skov et al. 2018). Ze ervaren windparken zodoende als een barrière op hun vliegroute. Barrièrewerking kan zowel optreden voor seizoenstrek als voor lokale vliegbewegingen. De gevolgen van uitwijkgedrag kunnen leiden tot hogere energetische uitgaven voor individuele vogels. Voor lokale (broed)vogels bleek dat deze gevolgen het grootst zijn voor sterns door hun manier van vliegen en voedsel zoeken (Everaert & Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden et al. 2010). In een modelstudie werd aangetoond dat in potentie barrièrewerking onder trekvogels kan optreden, maar dat de afstand van omvliegen minimaal is in verhouding tot de totale trekroute (Masden et al. 2009). Onbekend is echter wat de gevolgen van omvliegen zullen zijn in cumulatie met andere windparken. Uitwijking is van groot belang voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers. Daarom wordt uitwijking hieronder in meer detail behandeld.

		Eén van de eerste meldingen van barrièrewerking bij zeevogels kwam uit onderzoek aan visdieven in de haven van Zeebrugge (Everaert & Stienen 2007). Hier bleken verhoogde aantallen slachtoffers te vallen onder vogels die pendelden tussen de kolonie en de foerageergebieden op zee, waarbij de turbines een barrière vormden. In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière-ervaring van soorten (Larsen & Guillaumette 2007, Krijgsveld et al. 2011) en dat bij een grotere tussenruimte het optreden van barrièrewerking minder kan zijn (Masden et al. 2012). Al deze studies zijn uitgevoerd in oudere windparken, waar de tussenruimte veel kleiner was dan in nieuwe offshore windparken waar turbines veelal ± 1 km uit elkaar staan. Masden et al. (2012) benoemen dat vogels zeer weinig respons op het windpark vertoonden op afstanden groter dan 500 m, zodat bij moderne offshore windparken barrièrewerking mogelijk een kleiner effect heeft dan bij oudere windparken. Gegevens of richtlijnen over de minimaal benodigde tussenruimte tussen turbines om barrièrewerking te voorkomen zijn er echter niet. De omvang en de indeling van het windpark, naast de dimensies van de turbines, bepalen mogelijk ook de mate van barrièrewerking. De beoordeling hiervan dient onder andere te geschieden in relatie tot de dagelijks af te leggen vliegafstanden.
	Verwijderings-fase	Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niks bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele verstoring van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking in de loop van de tijd afneemt door het afnemende aantal aanwezige turbines naar gelang de ontmanteling van het park vordert.
Habitat-verlies	Constructie-fase	Over de exacte effecten op overleving en/of reproductie als gevolg van verstoring tijdens uitsluitend de constructiefase van een windpark op zee zijn momenteel geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat de verstoring groter is dan tijdens de exploitatiefase door het effect van toegenomen scheepsverkeer in het gebied dat een versturende werking heeft op vele soorten vogels (Rodgers & Schwickert 2002, Schwemmer et al. 2011). Het versturende effect van boten voor zeevogels is echter tijdelijk. De duur van verstoring is soortspecifiek. Zo blijven duikers en zee-eenden lang weg van hun originele zitplek nadat boten weer vertrokken zijn, maar landen meeuwen zeer snel weer op hun oorspronkelijke plek (Dierschke et al. 2016, Mendel et al. 2019, Schwemmer et al. 2011). Onderzoek naar verstoring tijdens de constructie van Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door geluid) van lokale zeevogels (Leopold & Camphuysen 2009). Dat kwam vooral omdat het heien voor OWEZ (de meest ingrijpende activiteit tijdens de constructiefase) plaatsvond in het zomerseizoen toen er geen gevoelige soorten als duikers of alkachtigen in het gebied aanwezig waren. De aanwezige vogels (meeuwen, sterns) vertoonden geen enkele reactie op het heien. Andere activiteiten werden gedurende een langere periode dan het heien uitgevoerd waarbij niet kan worden uitgesloten dat de bijbehorende scheepsbewegingen verstrend hebben gewerkt, bijvoorbeeld op alkachtigen in het voorjaar of in de herfst. Onderzoek naar habitatverlies tijdens de constructiefase van Robin Rigg in het Verenigd Koninkrijk gaf aanwijzingen van verminderde dichtheden van zwarte zee-eend, duikers, noordse pijlstormvogels, zilvermeeuwen, zeekoeten en alken, terwijl aalscholvers en grote mantelmeeuwen toenamen (Walls et al. 2013).
	Operationele fase	Geluid: Tijdens de exploitatiefase veroorzaakt de turbine geluid onderwater. Voornamelijk duikende vogels zullen onderwatergeluid kunnen horen. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveaus onder water laag zijn tijdens de exploitatiefase in vergelijking met het al aanwezige

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		achtergrondgeluid (de Haan et al. 2007, Jansen & de Jong 2014). De specifieke gevoeligheid van de verschillende soorten zeevogels voor onderwatergeluid zijn niet bekend. Indien onderwatergeluid de oorzaak zou zijn van verstoring van vogels, dan zullen tijdens de constructie vogels tot op een grotere afstand verstoord worden dan tijdens de exploitatiefase. Dit effect werd echter in OWEZ niet gevonden (Leopold & Camphuysen 2009). Wellicht worden ook rustende zeevogels op het water beïnvloed door geluid van de turbines. Over eventuele effecten van dat geluid op foeragerende of rustende zeevogels is geen informatie beschikbaar. Er is inmiddels vastgesteld dat een operationeel windpark bepaalde vogelsoorten afschrikt. De soorten met het sterkste vermijdingsgedrag zijn meestal soorten die zich veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen), en die onder water duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van geluid of juist veroorzaakt wordt door visuele factoren (of de combinatie daarvan) is onbekend (Drewitt & Langston 2006). Aanwezigheid turbines: De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee. Er zijn indicaties dat de configuratie van een windpark (turbinegrootte en onderlinge afstand) van invloed kan zijn op de mate van habitatverlies van zeevogels (Krijgsveld 2014). Er zijn in verschillende landen onderzoeken beschikbaar over de effecten van windturbines op de aanwezigheid van vogels. Zo zijn in empirisch onderzoek in twee windparken op zee in het Belgische deel van de Noordzee, nabij het windenergiegebied Borssele, enkele statistisch significante effecten gevonden van windturbines op de aantallen vogels. Zo meden jan-van-gent, zeekoet, en alk één van de parken, terwijl zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen et al. 2014). Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen et al. 2013). Aanwezigheid van boten, mensen en materieel: Habitatverlies kan potentieel optreden zo gauw er menselijke activiteit in het gebied plaatsvindt dus vanaf de eerste bouwactiviteiten en vervolgens tijdens onderhoud. Onderzoek in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden het windpark wel binnengaan enkele jaren na de bouw (Petersen & Fox 2007). Of er ook verder op zee, bij andere soorten zeevogels gewenning zal optreden is onduidelijk, evenals om welke stimulus het gaat bij de verstoring door een windpark op zee. Aantrekking in plaats van habitatverlies: Onderzoek aan windparken op zee heeft aangetoond dat voor verschillende vogelsoorten geldt dat er hogere dichtheden in of nabij gebieden met windparken aanwezig kunnen zijn. Onderzoek naar de windparken op zee in Denemarken (Petersen et al. 2006) toont aan dat in Nysted hogere dichtheden aan middelste zaagbekken bij een windpark aanwezig waren. In Horns Rev bleek dat zilvermeeuwen, dwergmeeuwen en noordse sterns/visdieven (die niet van elkaar te onderscheiden zijn tijdens vliegtuig surveys) in de omgeving van het windpark aanwezig waren, mogelijk als gevolg van het toegenomen scheepvaartverkeer ter plaatse (voor onderhoud) en van het ontstaan van getijde-zogen achter de monopiles, waarin de vogels succesvol konden foerageren (Petersen & Fox 2007). Uit het OWEZ-onderzoek (Krijgsveld et al. 2011, Leopold et al. 2013b) bleek dat het

		windpark met name een aantrekkende werking heeft op aalscholvers. Ook in de post-construction monitoring van PAWP en OWEZ werd aantrekking gevonden voor aalscholver (Leopold et al. 2013b). Aanname voor gevolgen van habitatverlies: Het is momenteel onbekend hoe vermindering kwantitatief doorwerkt op de fitness van individuele exemplaren en de daaruit voortvloeiende populatie-effecten. In het Kader Ecologie en Cumulatie 3.0 (Rijkswaterstaat, 2019) wordt op basis van de bevindingen van Bradburry et al (2014) de aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt als gevolg van vermindering.
	Verwijderings-fase	Er is wereldwijd nog weinig ervaring met verwijdering van windturbines op zee (Teunis et al. 2020). Er zijn derhalve nog geen studies geweest naar effecten van de verwijdering van een windpark op zee op vogels. In hoofdlijnen komen de duur en de intensiteit van de benodigde werkzaamheden overeen met de constructiefase (zie aldaar). Het gaat om de verwijdering van turbines, funderingen en kabels en hieraan gerelateerde scheepvaart-bewegingen. Hierdoor zullen de effecten gedurende de verwijderingsfase min of meer van een vergelijkbare orde zijn zoals beschreven voor de constructiefase. Omdat er bij de verwijdering niet geheel zal worden zal de piek-geluidsbelasting veel minder zijn.
Indirecte effecten	Constructie-fase	Tijdens de constructiefase zijn mogelijke indirecte effecten op vogels te verwachten via de effecten van heien op lokale vispopulaties waarvan vogels mogelijk afhankelijk zijn voor hun voedselvoorziening. Dit type effecten komt vaak pas op langere termijn tot uiting als de constructiefase al is afgelopen.
	Operationele fase	Volgens het medegebruikbeleid is alleen passieve visserij mogelijk in windparken op zee. Hierdoor neemt potentieel de visbeschikbaarheid in het gebied toe, temeer omdat de introductie van hard substraat en structuren mogelijk een positief effect heeft op het voorkomen en de diversiteit van benthos en vis in het gebied (Bouma & Lengkeek 2009, 2012, Lindeboom et al. 2011). Dit en andere vormen van medegebruik (zoals zonneparken) zouden eventueel tot aantrekking van vogels kunnen leiden, als bijvoorbeeld vissen zich gaan ophouden rond de funderingspalen (Winter et al. 2010, van Hal et al. 2012), of onder drijvende zonnepanelen, waardoor plaatselijk meer prooivissen voor viseters beschikbaar komen. Dit kan een toename van het aantal vliegbewegingen in het park veroorzaken waardoor aantallen aanvaringen mogelijk toe kunnen nemen. Indien de visserij uit het windpark geweerd wordt, zoals gebruikelijk is in Nederlandse windparken op zee, zal ter plaatse geen bijvangst overboord gezet worden zodat minder aaseters in het gebied zullen voorkomen. Echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving zal juist meer gevist kunnen worden omdat de visserij intensiteit in het gebied niet zal afnemen. De onbegrensde tipsnelheid van rotors kan in de exploitatiefase hogere geluidsniveaus met zich meebrengen. Mogelijk speelt het geluid van windturbines een rol in het vermijdingsgedrag van vogels, vooral 's nachts en in omstandigheden van slecht zicht. Het zou in offshore gebieden met weinig achtergrondgeluid nog versterkt kunnen worden. Echter, dergelijke effecten zijn nog nooit aangetoond en kunnen slechts met een gericht onderzoek naar verschillende operationele geluidsniveaus aangetoond worden.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		Andere mogelijke indirecte effecten van windturbines op zee op vogels kunnen veroorzaakt worden door veranderingen in stromingen en onderwatertrillingen veroorzaakt door turbines die de verspreiding van vis kunnen beïnvloeden. Echter dit is speculatief en kwantitatief onderzoek hiernaar ontbreekt.
	Verwijderings-fase	Tijdens de verwijderingsfase zelf zijn geen aparte indirecte effecten op vogels te verwachten. Als bij het verwijderen van het windpark ook het verbod op bodemberoerende visserij verdwijnt, zal het eerder beschreven positieve effect van het windpark op het visbestand (en daarmee op vogels) ook verdwijnen. Bovendien als bij het verwijderen van het windpark ook het hard substraat verwijderd moet worden, zullen ook de vissoorten die hiervan geprofiteerd hebben ook verdwijnen.

Vleermuizen

In theorie kunnen vleermuizen vier typen van effecten van windturbines ondervinden. Deze zijn:

- Effecten van aanvaringen tijdens de exploitatie.
- Effecten vanwege verlichting.
- Effecten van barrièrewerking tijdens de exploitatie.
- Effect van habitatverlies vanwege verstoring door geluid / effect van habitatverlies vanwege vermijding door aanwezigheid van turbines en aanwezigheid van boten etc.

Het voornaamste negatieve effect van windturbines op vleermuizen is (additionele) sterfte. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008). In tegenstelling tot vogels wordt bij vleermuizen vaak over aantrekking door windturbines gesproken in plaats van vermijding (Cryan et al. 2014). De reden voor deze aantrekking is vermoedelijk dat vleermuizen op insecten foerageren die tijdens de trekperiode in de late zomer – vroege herfst rond windturbines in verhoogde dichtheden voorkomen (Rydell et al. 2010b). Vanwege dit aantrekkings-effect speelt bij vleermuizen habitatverlies of barrièrewerking geen rol en worden deze aspecten niet in detail behandeld. Omdat locaties op zee geen deel uitmaken van het lokale leefgebied van vleermuizen, komt het aspect van habitatverlies ook niet naar voren.

De effecten op vleermuizen zijn weergegeven in Tabel 6.13 (zie hoofdstuk 3 van Bijlage 4 voor een nadere toelichting. Net als bij vogels wordt er onderscheid gemaakt tussen de constructiefase, operationele fase en verwijderingsfase.

Tabel 6.13 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	In theorie zou verlichting op constructieschepen insecten aan kunnen trekken en vervolgens ook vleermuizen, maar deze mogelijkheid is nog niet onderzocht. Dit zal echter niet tot sterfte leiden, omdat aanvaringen van vleermuizen slechts met bewegende objecten (zoals rotorbladen) optreden en niet met stationaire objecten, zoals constructieschepen of torens. Integendeel, foerageren op een verhoogde concentratie van insecten tijdens de trek en de

Fase van het windpark	Effecten
	mogelijkheid om te rusten, kan de conditie en daarmee de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit effect van windparkontwikkelingen kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.
Operationele fase	Aanvaringen Het voornaamste negatieve effect van windparken op vleermuizen is een verhoogde mortaliteit tijdens de exploitatiefase. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines (Baerwald et al. 2008, Rydell et al. 2010a). De twee vleermuissoorten die in offshore windparken verwacht kunnen worden (ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis), worden regelmatig als slachtoffers bij onshore windparken gevonden (Dürr 2023). Beide soorten worden daarom beschouwd als risicosoorten met betrekking tot windparkontwikkelingen. Sinds 2014 wordt de vleermuisactiviteit op de Noordzee gemeten vanuit platforms, windturbines en meetmasten. De ruige dwergvleermuis is verreweg de meest talrijke soort die zowel dicht bij de kust als op verder uit de kust gelegen locaties wordt waargenomen. De activiteit is op zulke locaties op de Noordzee vergeleken met locaties op land zeer laag (10-tallen opnames versus >1000 opnames). Op locaties ver (>40 km) van de kust wordt uitsluitend vanaf olie- en gasplatforms gemeten. De platforms wijken op verschillende manieren af van windturbines waardoor de gemeten activiteit op zulke locaties niet bruikbaar is om een schatting te maken van het aantal aanvaringsslachtoffers. Gegevens over aanvaringen op zee zijn nog niet voorhanden (Rijkswaterstaat 2015). Op basis van sterfte bij windturbines gemeten op land en expert judgement, publiceerde Rijkswaterstaat (2015) schattingen van het aantal aanvaringsslachtoffers voor de zuidelijke Noordzee. Aantrekking door rustplaats of door insecten, wat de tijd in het windpark vergroot en risico op aanvaring mogelijk verhoogd (Boshamer en Bekker, 2008). Vleermuisactiviteit is het hoogst tijdens rustige (windsnelheid <6 m/s) nachten in augustus en september. De meeste slachtoffers zijn te verwachten in de trekperiode in de late zomer – vroege herfst (Lagerveld et al. 2017b). Effecten van windturbineverlichting Uit onderzoek op grondhoogte blijkt dat rood licht migrerende vleermuizen kan aantrekken (Voigt et al. 2018). Waarschuwingsverlichting voor de luchtvaart op windturbines op land heeft echter bij de meeste soorten geen effect op het aantal slachtoffers. Bij één soort werd zelfs een lager aantal slachtoffers vastgesteld door het toepassen van luchtvaartverlichting (Bennett & Hale 2014).
Verwijderingsfase	Offshore windturbines vormen mogelijk een foerageerhabitat en een noodgedwongen tijdelijke rustplaats voor vleermuizen maar geen reguliere verblijfplaats. Bovendien treedt, vergelijkbaar met de constructiefase, naar verwachting ook tijdens de verwijderingsfase geen sterfte op. Zonder (bewegende) windturbines is er geen risico op aanvaringen. Foerageren op een verhoogde concentratie van insecten aangetrokken door de scheepsverlichting kan mogelijk ook hier als een positief effect beschouwd worden. Na afloop van de verwijderingsfase komen deze mogelijke positieve effecten te vervallen.

6.5.2 Effecten op vogels tijdens aanleg en verwijdering

In deze paragraaf worden effecten op de te onderscheiden soortgroepen (lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels, niet-broedvogels uit beschermde gebieden en vogels op seizoenstrek) apart beschreven als dit onderscheidend is.

Aanlegfase
Aanleg funderingen

De omvang van de verstoring door de constructie van funderingen varieert in de tijd met name door de variatie in het voorkomen van kwetsbare soorten. Bij een realistische temporele planning worden de effecten van aanleg van het windpark op vogels vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De alternatieven met de meeste turbines zorgen voor een grotere negatieve verandering ten opzichte van de referentiesituatie dan het alternatief met het kleinste aantal turbines. De alternatieven zijn echter niet onderscheidend beoordeeld, omdat de verschillen in negatieve effecten niet zodanig groot zijn dat dit gevolgen heeft voor de kans op het overtreden van verbodsbepalingen of dat dit mogelijk effecten heeft op beschermde gebieden.

Toegenomen scheepsvaart

Bij de constructie van een windpark in windenergiegebied Nederwiek I varen schepen van en naar het windpark. De frequentie van de vaarbewegingen is momenteel onduidelijk en afhankelijk van het uiteindelijk gekozen alternatief, maar in eerdere MER'en voor windparken op zee werd een maximum van 10 schepen per dag aangehouden. De scheepvaartbewegingen voor aanvoer van materieel zullen leiden tot een toename van geluid/trillingen en verlichting in het gebied. Windenergiegebied Nederwiek I ligt in een drukbevaren deel van de Noordzee en de verwachte toename van scheepsbewegingen valt in het niet bij de hoeveelheid achtergrondgeluid, trillingen en verlichting als gevolg van scheepvaart. De effecten van toegenomen vaarbewegingen worden dan ook als marginaal negatief ingeschaald (effectbeoordeling: 0/-). Voor de alternatieven met een groter aantal turbines zijn de effecten licht groter, maar niet genoeg voor een onderscheidende effectbeoordeling.

Verwijderfase

Verwijderen fundering

De verwijdering van de funderingen bestaat uit een combinatie van trillen en trekken. Dit zal gepaard gaan met geluid/trillingen boven en onder water. De geluidbelasting is echter aanmerkelijk lager dan bij de aanleg. Daarnaast zal er sprake zijn van geluid/trillingen door scheepvaartbewegingen. De erosiebescherming wordt in principe niet verwijderd. Bij een realistische temporele planning zullen de effecten van verwijdering van het windpark vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels marginaal negatief zijn (effectbeoordeling: 0/-). Voor de alternatieven met een groter aantal turbines zijn de effecten licht groter, maar niet genoeg voor een onderscheidende effectbeoordeling.

Toegenomen scheepsvaart

Er is wereldwijd nog weinig ervaring met het afbreken van offshore windparken. Verwacht wordt dat zeevogels worden verstoord door de activiteit ter plaatse, het geluid en de scheepsbewegingen verbonden aan verwijderingsactiviteiten. De effecten van verstoring door de verwijdering van het windpark op vogels worden beperkt negatief beoordeeld vanwege het tijdelijke karakter van de verstoring (effectbeoordeling: 0/-). Relatief hoge dichtheden van zeevogelsoorten die gevoelig zijn voor geluid en verstoring door schepen worden alleen in de winter en het vroege voorjaar verwacht. Later in het voorjaar en in de zomer zijn de meeste van deze vogels naar de broedgebieden vertrokken en vóór oktober komen de meeste vogels ook niet terug. Kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt in een drukbevaren deel van de Noordzee en de verwachte toename van scheepsbewegingen valt in het niet bij de hoeveelheid achtergrondgeluid en trillingen als gevolg van scheepvaart. De effecten van toegenomen vaarbewegingen worden dan ook als marginaal negatief ingeschaald (effectbeoordeling: 0/-). Voor de alternatieven met een groter aantal turbines zijn de effecten licht groter, maar niet genoeg voor een onderscheidende effectbeoordeling.

Tabel 6.14 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark-alternatieven in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase						
Aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderings-fase						
Verwijdering funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.3 Effecten tijdens gebruiksfase: vogelslachtoffers door aanvaringen

In het natuuronderzoek is het stochastische Collision Risk Model (gebaseerd op het Band Model (Band et al, 2007 & 2012)) gebruikt om de te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers te berekenen (los van de indeling in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels, niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden en vogels tijdens seizoenstrek). In Bijlage 4 is de theorie achter dit model nader toegelicht en zijn de verschillende rekenstappen verder behandeld.

Aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de geïnterpoleerde vogeldichtheden in kavel I van windenergiegebied Nederwiek, bepaald uit ESAS-scheepstellingen, MWTL-vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b) en de vogeldichtheden uit Waggit et al., 2020. Voor landvogels is het aantal aanvaringsslachtoffers berekend op basis van vogeldichtheden uit radaronderzoek (Fijn et al. 2012). Soorten die niet of in lage dichtheden in het plangebied voorkomen, zijn niet gepresenteerd. In Tabel 6.15 staan de verwachte maximaal aantal vogelslachtoffers voor kavel I weergegeven.

Tabel 6.15 Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor zes alternatieven van een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) bepaald met het sCRM (Marine Scotland 2018) op basis van vogeldichtheden voor zeevogels (bovenste soorten) conform Tabel 6.4 en voor landvogels (onderste soorten) uit radaronderzoek (Fijn et al. 2012).

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
kleine jager	<1	<1	<1	<1	<1	<1
grote jager	<1	<1	<1	<1	<1	<1
noordse stormvogel	<1	<1	<1	<1	<1	<1
jan-van-gent	14	14	16	10	11	12
kleine mantelmeeuw	6	6	6	5	5	5
zilvermeeuw	6	7	7	5	5	6
grote mantelmeeuw	40	42	46	33	35	38
dwergmeeuw	2	3	3	2	2	2
drieteenmeeuw	6	7	7	5	5	6
grote stern	<1	<1	<1	<1	<1	<1
visdief/noordse stern	<1	<1	<1	<1	<1	<1
zeekoet	<1	<1	<1	<1	<1	<1
alk	<1	<1	<1	<1	<1	<1
papegaaiduiker	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ongedeterm. duiker	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ganzen en zwanen	37	39	42	33	35	38
reigers	0	0	0	0	0	0
roofvogels en uilen	3	3	3	3	3	3
steltlopers	7	7	8	6	7	7
zangvogels	2.324	2.428	2.653	2.246	2.380	2.582
Totaal	2.450	2.560	2.797	2.352	2.493	2.704

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

Aanvaringsslachtoffers

De meeste jaarlijkse aanvaringsslachtoffers onder zeevogels vallen onder de grote mantelmeeuw, namelijk tussen 33 en 46 afhankelijk van het alternatief. Verder vallen er relatief veel slachtoffers onder jan-van-genten (max. 16). Bij de kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, dwergmeeuw, drieteenmeeuw minder dan 10 slachtoffers per jaar vallen. Bij andere soorten zullen minder dan 1-jaarlijkse slachtoffers vallen (zie Tabel 6.15).

De meeste slachtoffers vallen bij de alternatieven met de meeste turbines, dus alternatief 2a scoort beter dan alternatief 1a, 2b beter dan 1b, en 2c beter dan 1c. Omdat er bij de overplantingsalternatieven meer turbines operationeel zijn, veroorzaken deze ook meer aanvaringsslachtoffers. De alternatieven 1a, 1b en 1c scoren zeer negatief (-) vanwege het relatief hoogste aantal aanvaringsslachtoffers onder zeevogels. De alternatieven 2a, 2b en 2c scoren negatief (-), omdat in deze alternatieven iets minder slachtoffers vallen onder zeevogels dan bij de alternatieven 1a, 1b en 1c. Dit is een relatieve vergelijking: per MW opgesteld vermogen vallen meer slachtoffers bij de alternatieven 1 dan bij de alternatieven 2.

Voor bovengenoemde lokaal verblijvende niet-broedvogels zijn instandhoudingdoelstellingen geformuleerd voor één of meerdere Natura 2000-gebieden. Al deze vogelsoorten kunnen buiten het broedseizoen een nomadische levenswijze over de Noordzee leiden. Het is momenteel onbekend of, en zo ja hoe lang, ze binding met specifieke gebieden op zee hebben. Om die reden kan niet bepaald worden of slachtoffers die vallen buiten het broedseizoen in windenergiegebied Nederwiek (zuid) tot populaties uit Natura 2000-gebieden behoren. Op basis daarvan kunnen significant negatieve effecten op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden niet op voorhand worden uitgesloten. In de Passende Beoordeling (Bijlage 8) wordt hier daarom explicieter, per gebied en met de bijhorende instandhoudingsdoelstellingen, verder op ingegaan.

Het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 5.1 lid 2 Omgevingswet (Ow) die is opgenomen in de wet Wind op Zee. In de bijlage 'Soortenbeschermingstoets' (Bijlage 7 van dit MER) wordt hier verder op ingegaan.

Barrièrewerking

Lokale niet-broedende zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. De effecten worden als neutraal beoordeeld (0) en significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor lokale niet broedende zeevogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten (zie Bijlage 8).

Habitatverlies

Als worst case-aanname wordt in dit MER (en de achtergrondrapportage in bijlage 4) de aanname gedaan om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% van de verstoorde vogels als gevolg van habitatverlies aan te houden (cf. Bradbury et al. 2014 en eerdere MER'en van Nederlandse offshore windparken). Met die aanname kan vervolgens de sterfte door habitatverlies worden doorgerekend. Dit wordt gedaan op basis van de oppervlakte van de kavels en de berekende gemiddelde vogeldichtheden die gecorrigeerd worden met de soortspecifieke macro-uitwijkingspercentages. Dit laatste wordt gedaan om rekening te houden met het feit dat bij meerdere zeevogelsoorten zowel sterfte door aanvaringen als habitatverlies op kan treden. Door het toepassen van de macro-uitwijkpercentages wordt ervoor gecorrigeerd dat vogels die het windpark vermijden geen aanvaringsslachtoffer kunnen worden, maar daarmee kan het gebied als verloren voor die vogels beschouwd worden en treedt er dus habitatverlies op.

De hoogste aantallen slachtoffers door habitatverlies vanwege een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) worden onder zeekoet verwacht, namelijk 15 slachtoffers per jaar (zie de volgende tabel). Daarnaast worden er meer dan 1 slachtoffer verwacht onder drieteenmeeuw (5), noordse stormvogel (4) en diverse soorten met 2 slachtoffers (jan-van-gent, dwergmeeuw, kleine

mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en alk). Onder de resterende soorten wordt jaarlijks niet meer dan 1 slachtoffer verwacht door verlies van habitat.

Tabel 6.16 Maximaal verwacht jaarlijks aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies in windenergiegebied Nederwiek I met oppervlak van 273 km². Dichtheden (aantal vogels/km²) voor jan-van-gent op basis van Waggitt et al. (2020) en dichtheden (aantal vogels/km²) voor de overige soorten uit ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b). Het aantal slachtoffers is berekend op basis van een aangenomen sterfte van 10% van het aantal individuen dat het gebied vermijdt (op basis van soort-specifieke macro-avoidance). De gepresenteerde slachtofferaantallen gelden voor alle zes de alternatieven van het windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

Soort	Tweemaandelijkse dichtheden						macro-uitwijking	sterfte
	aug - sep	okt -nov	dec -jan	feb - maa	apr - mei	jun - jul		
duiker spec.	0,00	0,00	0,03	0,10	0,02	0,00	90%**	<1
noordse stormvogel	0,19	0,15	0,14	0,14	0,17	0,19	80%**	4
noordse pijlstormvogel	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	80%***	<1
jan-van-gent	0,15	0,10	0,07	0,07	0,10	0,13	81,6%*	2
kleine jager	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80%***	<1
grote jager	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80%***	<1
dwergmeeuw	0,07	0,03	0,09	0,00	0,49	0,00	80%**	2
kleine mantelmeeuw	0,14	0,07	0,05	0,07	0,22	0,30	63,9%*	2
zilverbmeeuw	0,07	0,10	0,15	0,16	0,09	0,06	44,2%*	1
grote mantelmeeuw	0,23	0,25	0,37	0,13	0,03	0,06	46,9%*	2
drieteenmeeuw	0,16	0,39	0,47	0,42	0,18	0,14	57,5%*	5
grote stern	0,14	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	70%**	<1
visdief/noordse stern	0,29	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	70%**	1
zeekoet	0,46	0,76	1,06	1,00	0,43	0,27	80%**	15
alk	0,07	0,12	0,18	0,16	0,05	0,03	80%**	2
papegaaiduiker	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	80%****	<1

*uit Skov et al. 2018;

** gebaseerd op Dierschke et al. 2016;

*** gelijkgesteld aan noordse stormvogel (gebaseerd op Dierschke et al. 2016);

**** gelijkgesteld aan alk/zeekoet (gebaseerd op Dierschke et al. 2016).

De effecten van habitatverlies worden als negatief beoordeeld (-) en zijn voor alle alternatieven gelijk, omdat het ruimtebeslag nagenoeg even groot is. Een eventuele hogere tipsnelheid en, daarmee gepaard gaand, een hoger geluidsniveau zal niet tot wezenlijk andere uitkomsten leiden. Mocht ervoor gekozen worden om het alternatief met minder turbines op een kleiner oppervlak te ontwikkelen, dan is dit op basis van huidige aannames, waarbij uitgangspunt is dat geen gewinning optreedt, een beter alternatief wat betreft de effecten van habitatverlies.

Volgens de beoordeling van mortaliteit van lokale, niet-broedende zeevogels als gevolg van habitatverlies door offshore windparken in het Kader Ecologie en Cumulatie, zijn significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000 doelstellingen uit te sluiten. In de PB (Bijlage 8) wordt hier verder op in gegaan. In Bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen genoemd in artikel 5.1 lid 2 Omgevingswet (Ow) worden overtreden.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergen de inzet van schepen. Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet langere tijd in verblijven. Wel kan het zeevogels verstoren, waarbij het afhangt van aard en frequentie van de werkzaamheden hoe zwaar deze verstoring is. Onderzoeksgegevens suggereren een afstotende werking van (onderhouds)schepen op jan-van-gent en alkachtigen, maar een aantrekkende werking op meeuwen. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt er, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windpark, waar gevoelige zeevogelsoorten toch al zijn verstoord. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom voor alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Door het ontstaan van benthosgemeenschappen kan daarnaast ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvinden (Lindeboom et al. 2011, de Backer et al. 2021). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. Onderzoek naar de korte termijn effecten van offshore windparken wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten (meeuwen) zou kunnen plaatsvinden. Van meeuwen werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn ook soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Krijgsveld et al. 2011, Lindeboom et al. 2011). De effecten van habitatverandering op lokale zeevogels in het algemeen en buiten het broedseizoen uit Natura 2000-gebieden worden als marginaal positief beoordeeld (0/+). Voor trekvogels zullen door een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) geen indirecte effecten door habitatverandering optreden (effectbeoordeling: 0).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve gevolgen van indirecte effecten. Worst-case is uitgegaan van marginaal negatieve effecten (0/-). Significante negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor lokale niet broedende zeevogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten. In Bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen genoemd in artikel 5.1 lid 2 Omgevingswet (Ow) worden overtreden.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor lokaal verblijvende vogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.17 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de vier windpark alternatieven in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op lokaal verblijvende vogels.

Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
aanvaringen	--	--	--	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.5 Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie)vogels

Aanvaringsslachtoffers en habitatverlies

Op basis van foerageerranges blijkt dat windenergiegebied Nederwiek (zuid) alleen door kleine mantelmeeuwen bereikt kan worden uit kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee (zie paragraaf 6.4.2 en in meer detail Bijlage 4). Voor deze gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen voor deze soort als broedvogels geformuleerd. Voor deze soort wordt hieronder de effecten beoordeeld.

De berekeningen van slachtoffers van kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-gebieden voorspellen minder dan 1 slachtoffer door aanvaringen en habitatverlies voor de kolonies in het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland (zie tabel 8.10a-f in het achtergrondrapport in Bijlage 4). Dit geldt voor alle scenario's. Dit aantal ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm van 6 vogels voor deze kolonie. In de kolonie uit het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel zullen naar verwachting bij alle scenario's 1 of meer jaarlijkse slachtoffers vallen (zie tabel 8.10a-f in Bijlage 4 voor de verschillende alternatieven). De 1%-mortaliteitsnorm van deze kolonie ligt op 14 vogels (tabel 8.9 in Bijlage 4), zodat voor deze kolonie de maximale additionele sterfte maximaal 0,09% van de natuurlijke mortaliteit is bij het 15%-overplantingscenario van alternatief 1 als worst-case scenario. Wanneer de additionele sterfte door een windpark niet groter is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort, kan met zekerheid gesteld worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de IHD's van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van een windpark als verwaarloosbaar klein ofwel 'niet significant' geclassificeerd.

Vanwege het optreden van voorspelde sterfte die niet tot significante negatieve effecten leidt, worden aanvaringen en habitatverlies op broedvogels uit beschermde natuurgebieden als negatief beoordeeld (-).

Tabel 6.18 Het aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies tezamen in relevante Natura 2000-gebieden en de resulterende additionele sterfte onder kleine mantelmeeuwen voor de zes alternatieven van kavel I van het windenergiegebied Nederwiek (zuid). De slachtofferaantallen zijn gecorrigeerd voor de afstand tussen de kolonies en het windenergiegebied en het deel floaters in de populatie om tot een schatting van het aantal vogels afkomstig uit de verschillende kolonies te komen.

Gebied	Alternatief 1a		Alternatief 1b		Alternatief 1c		Alternatief 2a		Alternatief 2b		Alternatief 2c	
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m		140 * 15 MW ø 236 m		153 * 15 MW ø 236 m		100 * 20 MW ø 280 m		106 * 20 MW ø 280 m		115 * 20 MW ø 280 m	
	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte
Duinen en Lage Land Texel	1,2	0,08 %	1,2	0,09%	1,3	0,09%	1,0	0,07%	1,1	0,08%	1,2	0,08%
Duinen Vlieland	0,4	0,07 %	0,4	0,07%	0,4	0,08%	0,4	0,06%	0,4	0,07%	0,4	0,07%
Waddenzee (NL)	0,2	0,01 %	0,2	0,01%	0,2	0,01%	0,2	0,01%	0,2	0,01%	0,2	0,01%

Barrièrewerking

Broedvogels die foerageren op zee en broeden in kolonies aan de kust zouden in potentie de aanwezigheid van een offshore windpark kunnen ervaren als barrière tijdens vluchten tussen foerageer- en broedgebieden. Hierdoor zouden ze extra afstanden moeten vliegen. De meest nabij gelegen kolonies van kleine mantelmeeuwen liggen echter op een dusdanige afstand dat windenergiegebied Nederwiek I voor de vogels bereikbaar is, maar aan de rand van hun actieradius ligt. Hierdoor zal Nederwiek I geen barrière vormen voor vogels tijdens hun foerageertochten tussen land en open zee en wordt het effect van barrièrewerking op broedvogels als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het behalen van de IHD's voor kleine mantelmeeuwen van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied Nederwiek I kan enige verstoring opleveren. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij windenergiegebied Nederwiek I zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt hier, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. De (extra) effecten van onderhoud op broedvogels uit Natura 2000-gebieden worden in alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Door het ontstaan van benthosgemeenschappen kan daarnaast ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvinden (Lindeboom et al. 2011, de Backer et al. 2021). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. Onderzoek naar de korte termijn effecten van offshore windparken wijzen op een toename van benthos en vis in de directe

omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten zou kunnen plaatsvinden. Van meeuwen werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn ook soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Krijgsveld et al. 2011, Lindeboom et al. 2011). De verwachte toename in benthos en vissen zorgt dus mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals de kleine mantelmeeuw. De effecten van habitatverandering op broedvogels uit Natura 2000-gebieden worden daarom als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Op basis van bovenstaande zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve effecten op broedvogels uit Natura 2000-gebieden als gevolg van indirecte effecten, waardoor in de worst case-situatie moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten (0/-). Gezien de beperkte omvang van effecten in de worst case-situatie kunnen significante negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op het behalen van de IHD's voor broedvogels uit Natura 2000-gebieden met zekerheid uitgesloten worden.

Samenvatting

In de Tabel 6.19 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor broedende kolonievogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.19 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de windpark alternatieven in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op broedende kolonievogels.

Windturbines	134 * 15 MW Ø 236 m	140 * 15 MW Ø 236 m	153 * 15 MW Ø 236 m	100 * 20 MW Ø 280 m	106 * 20 MW Ø 280 m	115 * 20 MW Ø 280 m
aanvaringen	-	-	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.6 Effecten tijdens gebruiksfase: niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden

Aanvaringsslachtoffers en habitatverlies

Zoals in Bijlage 4 (paragraaf 2.1.3) van dit MER in is beargumenteerd worden hier vooral de effecten voor Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Friese Front beoordeeld. Voor de overige Natura 2000-gebieden geldt dat effecten kunnen worden uitgesloten met als uitzondering op de dwergmeeuw en/of grote stern van Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en Voordelta. Voor de twee laatste gebieden worden alleen die soorten behandeld.

Onder de overige soorten zeevogels zijn in Nederland twee offshore-gebieden aangewezen voor niet-broedvogels: de Bruine Bank voor de jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk en het Friese Front voor de zeekoet. Hierna worden de verwachte effecten als gevolg van habitatverlies en aanvaringen op de hierboven genoemde vogelsoorten uit deze Natura 2000-gebieden besproken.

Bruine Bank

De Bruine Bank is aangewezen als Natura 2000-gebied vanwege de uitzonderlijke vogelwaarden van de niet-broedvogelsoorten jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, alk en zeekoet. Voor deze soorten zijn geen kwantitatieve populatiedoelstellingen geformuleerd in het aanwijsbesluit, wel een kwalitatieve behoudsdoelstelling.

Van deze zes soorten worden voor grote jager geen jaarlijkse slachtoffers verwacht in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid). De dichtheden van grote jager zijn daarvoor te laag. Effecten op het behalen van de IHD van deze soort van de Bruine Bank zijn uitgesloten.

Onder de soorten jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw worden wel slachtoffers als gevolg van aanvaringen in kavel I van windenergiegebied Nederwiek berekend zodat effecten middels externe werking op de Bruine Bank kunnen optreden.

Voor aanvaringen geldt dat het belangrijk om te weten welk aandeel van de voorspelde slachtoffers afkomstig is uit het beschermde natuurgebied om zo te kunnen bepalen of het windenergiegebied significant negatieve effecten kan hebben op het Natura 2000-gebied. Er is momenteel geen kennis voorhanden over hoe bepaalde vogelsoorten de omgeving rondom een Natura 2000-gebied gebruiken. Daarom is aangenomen voor de beoordeling van de effecten op de betreffende niet-broedvogelsoorten dat zeevogels zich buiten het broedseizoen nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee en daarom geen binding hebben met specifieke gebieden op zee. Met andere woorden, de worst-case aanname is gemaakt dat alle zeevogelindividuen van de zuidelijke Noordzee in potentie gebruik kunnen maken van Natura 2000-gebieden. Dat betekent dat individuen ook in elk windpark in de zuidelijke Noordzee slachtoffer kunnen worden van de windturbines. Deze aanname houdt in dat individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie kunnen worden gezien en dat effecten op populatieniveau verhoudingsgewijs doorgerekend kunnen worden naar effecten op de populatie van de Bruine Bank.

Voor de soorten jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw zijn beoordelingen op populatieniveau uitgevoerd in hoofdstuk 8 van Bijlage 4, alsmede voor overplantingsscenario's van toekomstige windparken (Leemans et al. in prep.). De uitkomsten van deze studies tonen aan dat er geen negatieve effecten op populatieniveau worden verwacht voor jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw. Op basis hiervan kunnen significant negatieve effecten door aanvaringen in windenergiegebied Nederwiek (zuid) op het behalen van de IHD's van het Natura 2000-gebied Bruine Bank uitgesloten worden (effectbeoordeling: -).

Onder zeekoeten en alken worden geen aanvaringsslachtoffers berekend (tabel 8.1). Alken en zeekoeten die eventueel vanuit het Natura 2000-gebied Bruine Bank in het windenergiegebied terecht zouden komen, zullen geen direct risico lopen op een aanvaring, en kunnen daarom ongedeerd terugkeren naar het beschermde natuurgebied. Wel worden voor deze soorten (en ook voor jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw) slachtoffers als gevolg van habitatverlies verwacht (tabel 8.8) door verstoring van het leefgebied. De kortste afstand tussen kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) en Natura 2000-gebied Bruine Bank bedraagt ca. 14 km. Er is dus geen sprake van direct habitatverlies in het Natura 2000-gebied. De verstoringseffecten van windturbines kunnen echter verder reiken dan de werkelijke begrenzing van het windpark (Dierschke et al. 2016). Van de vogelsoorten waarvoor de Bruine Bank aangewezen is, zijn alkachtigen het meest verstoringsgevoelig (Dierschke et al. 2016). Voor deze soorten bedraagt de algemeen gehanteerde verstoringsafstand 2-3 km (Petersen et al. 2006, Vanermen et al. 2015). Met 14 km is de afstand tussen het Natura 2000-gebied en het windpark veel groter, en zal

derhalve geen sprake zijn van verstoring door kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op de Bruine Bank. Kwaliteit en draagkracht van de Bruine Bank worden dus niet aangetast door een windpark in windenergiegebied kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Effecten van habitatverlies worden daarom uitgesloten. Op basis van bovenstaande argumenten kunnen significant negatieve effecten door habitatverlies in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op het behalen van de IHD's van het Natura 2000-gebied Bruine Bank uitgesloten worden (effectbeoordeling: 0).

Friese Front

Het Friese Front is aangewezen voor zeekoet. In windenergiegebied Nederwiek I wordt sterfte onder zeekoeten verwacht, maar alleen als gevolg van habitatverlies (tabel 8.8). Windenergiegebied Nederwiek I ligt op ca. 48 km van Natura 2000-gebied Friese Front. Daarmee kunnen directe of indirecte effecten van habitatverlies uitgesloten worden. Significant negatieve effecten op het behalen van de IHD van zeekoet van het Natura 2000-gebied Friese Front zijn uitgesloten (effectbeoordeling: 0).

Noordzeekustzone en Voordelta

Beide Nederlandse Natura 2000-gebieden liggen langs de kust. Zij zijn vooral aangewezen voor niet-broedvogelsoorten die in hun leefwijze gebonden zijn aan de kust. Op deze soorten zijn effecten op voorhand uitgesloten. Als uitzondering gelden hier de soorten dwergmeeuw (beide gebieden) en grote stern (Voordelta) die een kwalitatieve IHD ('behoud') kennen. Voor beide niet-broedvogelsoorten geldt echter dat de aantallen slachtoffers dusdanig laag zijn (tabel 8.1) en de afstand tussen de Natura 2000-gebieden en kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) dusdanig groot zijn dat de kwalitatieve IHD van behoud in de Voordelta en de Noordzeekustzone niet beïnvloed zal worden (beoordeling voor alle mogelijke effecten: 0).

Zeevogels in buitenlandse beschermde gebieden

Omdat in de dichtstbijzijnde natuurgebieden geen significant negatieve effecten verwacht worden op zeevogelsoorten waarvoor de gebieden aangewezen zijn, kunnen we er redelijkerwijs van uitgaan dat dergelijke effecten ook niet optreden in buitenlandse gebieden die aanzienlijk verder weg liggen. Vanwege de grote afstand tot buitenlandse beschermde natuurgebieden worden de effecten lager ingeschat dan in Nederlandse natuurgebieden en is de effectbeoordeling 0/-.

Trekvogels uit buitenlandse Natura 2000-gebieden

Naast zeevogels kunnen ook trekvogels van het vaste land kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) doorkruisen en slachtoffer worden als gevolg van aanvaringen. Uit voorliggende toetsing blijkt dat onder de soortengroepen ganzen en zwanen, eenden, steltlopers, zangvogels, en roofvogels en uilen aanvaringen kunnen voorkomen. Onder deze vogels kunnen ook soorten voorkomen die een IHD voor Natura 2000-gebieden als (niet-)broedvogelsoort hebben. De genoemde aantallen slachtoffers zullen echter niet alleen onder exemplaren uit Natura 2000-gebieden vallen, maar ook onder exemplaren uit andere gebieden. Hieronder zijn soorten met (zeer) grote populatiegroottes van miljoenen vogels. Bij gebrek aan betere kennis mogen we redelijkerwijs aannemen dat de aantallen slachtoffers per soort in verhouding zullen zijn tot de populatiegrootte. Voor alle mogelijke soorten die kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) kunnen doorkruisen zal gelden dat de aantallen slachtoffers per soort in verhouding (relatief) klein zijn ten opzichte van hun populatiegroottes en zeker ten opzichte van de IHD's die voor deze soorten in Natura 2000-gebieden gelden. In het Kader Ecologie en Cumulatie 1.0 is voor al deze trekvogelsoorten het cumulatieve aantal slachtoffers beoordeeld in alle windparken van de Routekaart 2023 (Rijkswaterstaat 2015). Hieruit bleek dat voor de meeste trekvogelsoorten de cumulatieve sterfte onder 10% van de zogenaamde Potential Biological Removal (PBR) zou blijven

waarmee kon worden gesteld dat geen significant negatieve effecten voor deze soorten zullen optreden. Gezien de relatief lage slachtofferaantallen onder deze soorten is met zekerheid te stellen dat de extra sterfte door een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) niet tot significante effecten zal leiden in de cumulatiescenario's, ook al omdat dit windenergiegebied nog verder van de kust ligt dan windparken van de Routekaart 2023. Daarmee zullen naar verwachting nog lagere fluxen van landvogels het gebied doorkruisen en daarmee het verwachte aantal slachtoffers ook lager zal liggen.

Een uitzondering hierop vormt een aantal soorten waarvoor de slachtofferaantallen voorspeld in het KEC 1.0 meer dan 10% van de PBR bedroegen (Rijkswaterstaat 2015). Daarom zijn voor de soorten kleine zwaan, rotgans, bergeend, zwarte stern, rosse grutto, kanoet, wulp en spreeuw in de recente KEC 4.0 studie populatiemodellen ontwikkeld. Volgens de resultaten van deze studie (Potiek et al. 2022a) en de actualisatie hiervan wegens aangepaste ALI-normen (Potiek & Gyimesi 2023) laten zien dat voor geen van deze soorten significante negatieve effecten in cumulatie optreden.

De nieuwe slachtofferaantallen die zijn berekend voor kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) laten zien dat de conclusies van de KEC 4.0 studie niet veranderen voor de trekvogelsoorten: er zullen geen significant effecten optreden en significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden zijn daarom uit te sluiten (zie bijlage 4).

Omdat er meer aanvaringsslachtoffers vallen onder niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in alternatief 1a/b/c (dan alternatief 2a/b/c), wordt voor deze alternatieven zeer negatief gescoord (effectbeoordeling: --) en voor de alternatieven 2a/b/c negatief (effectbeoordeling: -). Omdat effecten van habitatverlies voor niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden vanwege de afstand tussen Natura 2000-gebieden en een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid), wordt neutraal gescoord voor habitatverlies (effectbeoordeling: 0).

Barrièrewerking

Voor lokale niet-broedende zeevogels zal door windenergiegebied Nederwiek (zuid) zelf geen significante effecten van barrièrewerking optreden (effectbeoordeling: 0), omdat voor deze soorten er geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergen de inzet van schepen. Dit kan lokale zeevogels in het algemeen en buiten het broedseizoen uit Natura 2000-gebieden verstoren. Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet langere tijd in verblijven. Het zal afhangen van zowel de aard als de frequentie van de werkzaamheden hoe zwaar de verstoring van zeevogels is. Onderzoeksgegevens suggereren een afstotende werking van (onderhouds)schepen op jan-van-gent en alkachtigen, maar een aantrekkende werking op meeuwen. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden ten behoeve van het windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt er, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windpark, waar gevoelige zeevogelsoorten toch al zijn verstoord. De (extra) effecten van onderhoud op zeevogels worden daarom voor alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld.

(effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Door het ontstaan van benthosgemeenschappen kan daarnaast ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvinden (Lindeboom et al. 2011, de Backer et al. 2021). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. Onderzoek naar de korte termijn effecten van offshore windparken wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten (meeuwen) zou kunnen plaatsvinden. Van meeuwen werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn ook soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Krijgsveld et al. 2011, Lindeboom et al. 2011). De effecten van habitatverandering op lokale zeevogels in het algemeen en buiten het broedseizoen uit Natura 2000-gebieden worden als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve gevolgen van indirecte effecten. Worst case is uitgegaan van marginaal negatieve effecten (0/-).

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

Tabel 6.20 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de zes windpark alternatieven in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

Effecten windpark	Alternatief 1			Alternatief 2		
	A: 134 * 15 MW ø 236 m	B: 140 * 15 MW ø 236 m	C: 153 * 15 MW ø 236 m	A: 100 * 20 MW ø 280 m	B: 106 * 20 MW ø 280 m	C: 115 * 20 MW ø 280 m
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.7 Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek

Aanvaringsslachtoffers

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door het windenergiegebied Nederwiek. Hierdoor lopen zij de kans in aanraking te komen met de turbines. Het onderscheid tussen een lokale zeevogel en trekkende zeevogels is in het veld niet goed te maken, vandaar dat de aanvaringsslachtoffers die vallen onder langstreckende zeevogels zijn behandeld in paragraaf 6.5.4. In deze paragraaf worden de aantallen slachtoffers onder niet-zeevogels behandeld, die per definitie onder de trekvogels vallen.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat 2.352 – 2.797 vogels per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Nederwiek (zuid), zie Tabel 6.15. Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (2.246 – 2.654) gevolgd door 33-42 ganzen en zwanen.

Verder zullen nog enkele eenden, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden. Het verschil tussen de alternatieven is beperkt, waarbij het 15%-overplantingsscenario voor alternatief 1 de meeste slachtoffers veroorzaakt en alternatief 2a (zonder overplanting) de minste slachtoffers.

Het effect van aanvaringslachtoffers onder trekvogels wordt kleiner bij de alternatieven met de minste turbines (Alternatieven 2) (effectbeoordeling: -) dan bij de alternatieven met meer turbines (Alternatieven 1) (effectbeoordeling: --). Verder zijn de effecten van de overplantingsscenario's met meer windturbines groter dan zonder overplanting. Er bestaan weliswaar kennisleemten ten aanzien van herkomst, maar de slachtofferaantallen van kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) verdeeld over het grote aantal trekvogelsoorten zijn zo laag dat dit geen wezenlijk effect kan hebben op bronpopulaties (conform Rijkswaterstaat, 2015). Daarom zijn significant negatieve effecten op Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van aanvaringen op trekvogels uit te sluiten (zie Bijlage 8 Passende Beoordeling).

Het doden van trekvogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan wel door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 5.1 lid 2 Omgevingswet (Ow). In Bijlage 7 'Soortenbescherming' van het MER is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden. Daar is vervolgens ook onderbouwd of de staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

Barrièrewerking

In potentie kan barrièrewerking onder trekvogels optreden, maar de afstand van omvliegen van een windpark is minimaal in verhouding tot de totale trekroute van trekvogels (Masden et al. 2009). Wel wordt met een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) de grotendeels aaneengesloten lengte van de IJmuiden Ver windparken aanzienlijk vergroot, die ook haaks ligt op de vliegroute van trekkende landvogels tussen Nederland en Engeland. Bovendien komt kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) in een lijn te liggen tussen Nederland en Engeland waar eerder nog geen windpark lag. Om die redenen worden de effecten van barrièrewerking op trekvogels als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Er is geen onderscheid tussen de alternatieven, omdat er bij een barrière vanuit wordt gegaan dat het hele windpark omvlogen zal worden, waardoor alleen oppervlakte, oriëntatie en ligging van het windpark van belang zijn en deze factoren zijn voor de diverse alternatieven globaal gelijk. Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van barrièrewerking op trekvogels zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Habitatverlies

Trekvogels kenmerken zich door het feit dat ze niet langere tijd in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) verblijven, maar er doorheen kunnen vliegen. Van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zal dus geen sprake zijn. Het effect wordt als neutraal beoordeeld (0). Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van habitatverlies op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten. In Bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Indirecte effecten

Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet foerageren of langere tijd in het gebied verblijven (effectbeoordeling: 0).

Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van indirecte effecten op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten.

Samenvatting

In Tabel 6.21 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vogels tijdens seizoenstrek tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.21 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de zes windparkalternatieven in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op vogels tijdens seizoenstrek.

	Alternatief 1			Alternatief 2		
	A: 134 * 15 MW ø 236 m	B: 140 * 15 MW ø 236 m	C: 153 * 15 MW ø 236 m	A: 100 * 20 MW ø 280 m	B: 106 * 20 MW ø 280 m	C: 115 * 20 MW ø 280 m
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0	0	0	0	0	0

6.5.8 Effecten op vleermuizen

Aanvaringen

Leopold et al. (2015) hebben voor de KEC 1.0 studie een schatting gedaan van het aantal vleermuisslachtoffers in offshore windparken. In hun studie zijn ze uitgegaan van de best beschikbare schattingen van het aantal vleermuisslachtoffers per turbine per jaar in onshore windparken in een open en vlakke omgeving, waar een hoog aandeel van de vleermuispopulatie bestond uit migrerende exemplaren. Op land vallen de minste slachtoffers onder vleermuizen in dergelijke windparken die gesitueerd zijn in grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden, namelijk gemiddeld rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell et al. 2010a, Limpens et al. 2013). Dergelijke open en vlakke gebieden zijn landschappelijk voor vleermuizen vergelijkbaar met de situatie offshore. Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: gezien de overeenkomst van het open, vlakke habitat offshore met het open, vlakke habitat in landbouwgebieden ligt het aantal slachtoffers ook ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. In aanmerking nemend dat vleermuizen op zee minder voorkomen dan op landlocaties hebben Leopold et al. (2015) geschat dat in offshore windparken in de Noordzee maximaal 1 slachtoffer per turbine per jaar zal vallen.

Op basis hiervan worden in een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) maximaal 153 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1c (het 15%-overplantingsscenario) en minimaal 100 slachtoffers per jaar bij alternatief 2a (zonder overplanting).

Volgens de enige beschikbare gegevens over vleermuisactiviteit boven de Noordzee kan het totaal aantal vleermuisslachtoffers verdeeld worden over de soorten ruige dwergvleermuis (95,7%), rosse vleermuis (alle Nyctaloide vleermuizen 3,8%), en gewone dwergvleermuis (0,5%). Op basis van deze benadering worden in Tabel 6.22 de maximale aantallen slachtoffer per soort per jaar per scenario gepresenteerd. Onder gewone dwergvleermuizen worden bij geen van de windparkalternatieven jaarlijkse slachtoffers verwacht (<1) en een effect op deze soort kan uitgesloten worden. Alternatief 1c kan als worst-case alternatief beschouwd worden met 146 slachtoffers per jaar onder ruige dwergvleermuis en 6 onder rosse vleermuis. Alternatief 2a is het best-case alternatief met 96 slachtoffers per jaar onder ruige

dwergvleermuis en 4 onder rosse vleermuis. Voor de alternatieven met de meeste turbines (Alternatieven 1) worden dus hogere aantallen slachtoffers verwacht. Vanwege de grote kennisleemte in het aantal aanvaringen onder vleermuizen wordt echter geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven en worden ze allemaal als negatief beoordeeld (-).

In Bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Tabel 6.22 Maximum aantallen vleermuisslachtoffers per soort per jaar per alternatief

1a	134	128	5	<1
1b	140	134	5	<1
1c	153	146	6	<1
2a	100	96	4	<1
2b	106	101	4	<1
2c	115	110	4	<1

Habitatverlies en barrièrewerking

Vanwege het aantrekkings-effect van windturbines (Cryan & Barclay 2009, Cryan et al. 2014) speelt bij vleermuizen barrièrewerking geen rol. Rosse vleermuizen blijken windturbines in hun dagelijkse leefgebied te vermijden resulterend in habitatverlies, maar dicht bij de verblijfplaats kunnen rosse vleermuizen juist aangetrokken worden door windturbines (Reusch et al. 2023). Hoe migrerende vleermuizen reageren op windturbines is niet bekend. Het is onbekend of sprake is van aantrekking of vermindering bij ruige dwergvleermuizen. De soort wordt met regelmaat rustend op offshore windturbines aangetroffen. Het effect van het windpark op vleermuizen wat betreft barrièrewerking en habitatverlies wordt als neutraal beoordeeld (0).

Toegenomen scheepvaart

Een indirect effect van windparken wordt veroorzaakt door de verhoogde concentratie van insecten rondom windturbines. Dit trekt vleermuizen aan (Cryan & Barclay 2009), wat tot een verhoogde aanvaringskans en sterfte kan leiden. Een verhoogde concentratie aan insecten rondom verlichte constructieschepen in de aanleg- en verwijderingsfase creëert daarentegen een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder aanvaringsrisico. Daarnaast geven windturbines en constructieschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten wat de overlevingskansen kan verhogen. Opnames van vleermuizen op offshore platforms bevestigen dit. Op 58 – 69 km uit de kust zijn vleermuizen regelmatig kort na zonsondergang vastgesteld (Lagerveld et al. 2023). Vleermuizen hebben die platforms waarschijnlijk noodgedwongen als tijdelijke rustplaatsen gedurende de dag gebruikt. Vanwege een gebrek aan verdere kennis is het echter op dit moment niet mogelijk om dit effect te verrekenen met het aantal slachtoffers. Vanwege deze kennisleemte op dit gebied is ook niet met zekerheid te zeggen hoe groot het positieve effect kan zijn. Daarom worden deze indirecte effecten op vleermuizen als marginaal positief beoordeeld tijdens de aanleg- en verwijderingsfase (0/+), en negatief tijdens de gebruiksfase (-).

In Bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Samenvatting

In Tabel 6.23 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vleermuizen.

Tabel 6.23 Effectbeoordeling van de effecten van een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op vleermuizen.

	Alternatief 1			Alternatief 2		
Effecten windpark	A: 134 * 15 MW ø 236 m	B: 140 * 15 MW ø 236 m	C: 153 * 15 MW ø 236 m	A: 100 * 20 MW ø 280 m	B: 106 * 20 MW ø 280 m	C: 115 * 20 MW ø 280 m
<u>Gebruiksfase</u>						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
<u>Aanleg- en verwijderingsfase</u>						
Aanleg/verwijdering funderingen	0	0	0	0	0	0
Toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

6.6 Conclusie

Alternatief 1a/b/c (134 tot 153 turbines x 15 MW) leidt tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan Alternatief 2a/b/c (100 tot 115 turbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat Alternatief 1 met meer en kleinere turbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 153) dan Alternatief 2 (naar schatting max. 115). Alternatief 2 (en specifiek alternatief 2a) is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief gezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat in Tabel 6.24.

Tabel 6.24 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase vogels						
Aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aanlegfase vleermuizen						
Aanleg funderingen	0	0	0	0	0	0

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW Ø 236 m	140 * 15 MW Ø 236 m	153 * 15 MW Ø 236 m	100 * 20 MW Ø 280 m	106 * 20 MW Ø 280 m	115 * 20 MW Ø 280 m
Toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfasen vogels						
Lokale zeevogels						
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	-	-	-	-	-	-
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	-	-	-	-	-	-
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels						
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0	0	0	0	0	0
Gebruiksfasen vleermuizen						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
Verwijderingsfasen vogels						
Weghalen funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderingsfasen vleermuizen						
Weghalen funderingen	0	0	0	0	0	0
Toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

6.7 Cumulatie

6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) 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 dit hoofdstuk worden deze cumulatieve effecten besproken. Hierbij is als worst-case scenario uitgegaan van het grootste overplantingsalternatief voor kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) (153 x 15 MW, variant 1c). Als de cumulatieve effecten van dit worst-case alternatief geen significant impact hebben op beschermde natuurwaarden, kan dezelfde conclusie getrokken worden voor de overige alternatieven.

In het KEC 1.0 (Rijkswaterstaat 2015) en aanvullende opdrachten (Leopold et al. 2015, van der Wal et al. 2015), later eerst geactualiseerd naar het KEC 3.0 (Rijkswaterstaat 2019) en vervolgens naar KEC 4.0 (Potiek et al. 2022b), is in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de Zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid), toen genoemd Zoekgebied 1 Zuid. De afbakening van het onderzoeksgebied van de KEC-studies is afgesproken in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta, en omvat zodoende niet uitsluitend het NCP maar ook delen van de Zuidelijke Noordzee die binnen de territoriale grenzen vallen van de ons omringende landen. De studies in het KEC hebben 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 op zee tot ca. 2030. Overige antropogene gebruiksvormen in de Noordzee werden als bestaand gebruik beschouwd (zie ook Rijkswaterstaat 2015) en waren derhalve geen onderdeel van de recente actualisaties van het KEC. Het aantal aanvaringen van vogels op de Noordzee zal ook voornamelijk door offshore windparken bepaald worden. Verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zal echter op een grote schaal door andere gebruiksvormen (bijvoorbeeld door scheepvaart) op de Noordzee kunnen optreden. De combinatie van toenemende aantallen turbines en overige bestaande gebruiksvormen van de Noordzee zal vooral op verstoringgevoelige soorten een impact hebben omdat de 'vrije' ruimte steeds verder afneemt. Bestaande scheepvaartroutes en infrastructuur op de Noordzee worden echter in de huidige situatie al voor een belangrijke mate vermeden door verstoringgevoelige soorten, en dat zal niet veranderen als scheepvaart verder geconcentreerd wordt door de aanwezigheid van hogere aantallen windparken.

Barrièrewerking als potentieel derde effect van offshore windparken op vogels vormde ook geen onderdeel van de KEC-studies, omdat ervan uitgegaan wordt dat dit alleen op specifieke locaties (bijvoorbeeld in de onmiddellijke omgeving van broedkolonies, precies op de hoofdroutes naar de belangrijkste foerageergebieden) mogelijk tot wezenlijke effecten kunnen leiden (Rijkswaterstaat 2019). Effecten van barrièrewerking op broedkolonies zullen voor een windpark als Nederwiek I op meer dan 90 km uit de kust ook niet gelden en daarom worden de effecten van barrièrewerking op broedvogels buiten beschouwing gelaten. Niet-broedvogels kunnen daarentegen als nomadisch worden beschouwd. Hieruit volgt dat er geen exacte gebieden zijn aan te wijzen waartussen het windpark een barrière zal vormen. Om die reden kunnen voor dit effect significant negatieve effecten op deze soortgroep worden uitgesloten. Voor trekvogels is het effect van barrièrewerking door Nederwiek I als marginaal negatief beoordeeld (0/-). Uiteraard zullen de effecten in cumulatie groter worden. Het grootste deel van de vogeltrek vindt echter op hoogtes boven windparken plaats (Dokter et al. 2013).

Voor het overige deel is de uitwijking van offshore windparken een relatief kleine toevoeging aan de totale vlieggkosten van hun hele migratieroute (Masden et al. 2012). Uit recent Wozep onderzoek bleek bovendien dat vogeltrek ook dwars door offshore windparken plaatsvindt zodat er geen sprake is van een barrière (Leemans et al. 2022). Om die reden kunnen significant negatieve effecten van barrièrewerking ook op trekvogels uitgesloten worden.

6.7.2 Vogels

Achtereenvolgens wordt in deze paragraaf ingegaan op lokale zeevogelsoorten, vogels tijdens seizoenstrek, broedvogels uit beschermde natuurgebieden en niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

Lokale zeevogelsoorten

Zeevogelsoorten ondervinden negatieve effecten van zowel aanvaringen als habitatverlies als indirecte effecten (via onderhoudswerkzaamheden). Deze laatste effecten hebben echter ook habitatverlies als gevolg: verstoringsgevoelige vogels vermijden het gebied en het is soms ook niet te bepalen of dit door het windpark zelf of door de verhoogde menselijke activiteiten komt (Mendel et al. 2019). Omdat de bepaling van habitatverlies gebaseerd is op vermijdingspercentages, worden beide vormen als verstoring meegenomen.

Voor vogelsoorten waarbij slachtoffers worden verwacht als gevolg van de exploitatie van het windpark Nederwiek I is berekend hoeveel slachtoffers cumulatief worden voorspeld door aanvaringen en habitatverlies. Hierbij zijn alle windparken meegenomen waarin de operationele fase in dezelfde periode aanvangt of vóór de operationele fase van Nederwiek I. De cumulatieve effecten van de worst-case van de onderzochte alternatieven van Nederwiek I op de verschillende vogelpopulaties kunnen door middel van populatiemodellen worden berekend en vervolgens worden getoetst aan de geldende ALI-normen (Directoraat-generaal Natuur en Visserij 2023).

Hierbij is het effect van Nederlandse offshore windparken nu al aanwezig of gepland t/m ca. 2030 berekend op de Nederlandse populatie van deze vogelsoorten, wat verder wordt behandeld als het 'nationale scenario'. Ook zijn de effecten van alle aanwezige en tot en met ca. 2030 geplande windparken in de Zuidelijke Noordzee op de vogelpopulaties in de Zuidelijke Noordzee (dus inclusief gebieden buiten het NCP) berekend. Dit wordt vanaf hier het 'internationale scenario' genoemd. Deze zijn samengevat in tabel 11.1 van bijlage 4. De resultaten laten zien dat in **geen** van deze twee scenario's de ALI-norm van zeevogelsoorten wordt overschreden. Met andere woorden, voor geen van de soorten is een sterk genoeg causaal verband gevonden tussen de aanwezigheid van de windparken en een boven de ALI-norm uitstreckende achteruitgang van de populaties van de onderzochte soorten.

Vogels tijdens seizoenstrek

Naast zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekvogels (watervogels en landvogels) als gevolg van een windpark in windenergiegebied Nederwiek I en in cumulatie met andere windparkinitiatieven in de Zuidelijke Noordzee. Voor trekvogels zijn effecten als gevolg van habitatverlies en scheepvaart niet aan de orde en daarmee op voorhand uit te sluiten. Barrièrewerking voor trekvogels wordt ook niet verder behandeld, zoals vermeld in de inleiding van hoofdstuk 11 van Bijlage 4. Onderstaande beoordeling concentreert zich dus enkel op aanvaringen.

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten (hoofdstuk 2.2.2 in Potiek et al. 2022a) waarvoor in het kader van de KEC 4.0 studie ook populatiemodellen zijn opgesteld, is voor voorliggende beoordeling met populatiemodellen doorgerekend wat het effect zal zijn van het toepassen van 15 MW en 20 MW windturbines met 15% overplanting als worst-case scenario's. Op de uitkomsten zijn de huidige geldende ALI normen toegepast (Directoraat-generaal Natuur en Visserij 2023). Uit de ALI toetsing blijkt dat er geen sprake is van een overschrijding van de ALI-normen voor de trekvogels (zie paragraaf 11.1.2 in Bijlage 4). Op basis van deze uitkomsten kan geconcludeerd worden dat de staat van instandhouding van trekvogelsoorten door de cumulatieve effecten van offshore windparken in de zuidelijke Noordzee niet in het geding komt.

Broedvogels uit beschermde natuurgebieden

Kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten bereik van de meeste broedkolonies gelegen in beschermde natuurgebieden, zoals Europese Natura 2000-gebieden of Special Protection Areas (SPAs) in het Verenigd Koninkrijk. Alleen broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee kunnen het windenergiegebied in theorie bereiken (zie paragraaf 6.5.5). Daarom worden de effecten op deze kolonies ook in cumulatie met andere windparken beschouwd.

Het cumulatief aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies onder kleine mantelmeeuwen wordt getoetst aan de 1%-mortaliteitsnormen als genoemd in Tabel 8.9 in Bijlage 4. De 1%-mortaliteitsnorm voor Duinen en Lage Land Texel is 14 slachtoffers, Duinen Vlieland 6 slachtoffers en Waddenzee (NL) is 38 slachtoffers. Voor Duinen en Lage Land Texel wordt een maximaal cumulatief aantal slachtoffers van 9,8 berekend bij het 15%-overplantingsalternatief met 153 * 15MW turbines (uitgaande van de aantallen aanvaringsslachtoffers en dichtheden in de maanden mei-juli zoals berekend in de KEC 4.0 studie (Potiek et al. 2022b)). Dit aantal ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm van 14 voor dit gebied. Voor Duinen Vlieland wordt een maximaal cumulatief aantal slachtoffers van 2,9 berekend voor hetzelfde alternatief. Dit aantal ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm van 6 voor dit gebied. Tot slot wordt voor de Nederlandse Waddenzee bij het worst-case alternatief een cumulatief aantal van 16,5 slachtoffers berekend. Ook voor dit gebied ligt dit onder de 1%-mortaliteitsnorm van 38 voor dit gebied. In alle gevallen bedraagt de berekende sterfte minder dan 1% van de jaarlijkse achtergrondsterfte van de soort. Om deze reden is er geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de soort en daardoor ook geen effect op het behalen van de IHD's van deze soort voor deze gebieden. Significante negatieve effecten, met inbegrip van cumulatieve effecten, op de IHD's van de broedvogelsoort kleine mantelmeeuw van de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en de Nederlandse Waddenzee worden met zekerheid uitgesloten.

Voor de overige uitgangspunten van de cumulatieve slachtofferberekeningen, zoals met welke windparken exact is gecumuleerd, wordt verwezen naar paragraaf 11.1.3 van Bijlage 4.

Niet-broedvogels uit beschermde gebieden

In deze paragraaf worden de cumulatieve effecten op niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden behandeld, zoals Europese Natura 2000-gebieden of Special Protection Areas (SPAs) in het Verenigd Koninkrijk. Het gaat hier dus om vogels die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Uit paragraaf 6.5.3 en 6.5.7 blijkt dat verschillende zeevogels en trekvogels slachtoffer kunnen worden in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) als gevolg van aanvaringen en/of habitatverlies.

Onder zeevogels kunnen volgens paragraaf 6.5.6 slachtoffers worden verwacht uit het Natura 2000-gebied Bruine Bank, namelijk onder jan-van-gent, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw en zeekoet, en mogelijk uit het Friese Front onder de zeekoet.

Van deze soorten worden bij de alk en zeekoet uitsluitend slachtoffers als gevolg van habitatverlies verwacht. Op basis van verstoringsafstanden is het uitgesloten dat habitatverlies directe effecten kan hebben op deze soorten in Natura 2000-gebieden. Op basis hiervan kunnen significant negatieve cumulatieve effecten op zeekoeten en alken in Natura 2000-gebieden uitgesloten worden.

Ook onder jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw uit het Natura 2000-gebied Bruine Bank kunnen slachtoffers vallen. Vanwege de kennisleemte over de binding van zeevogels met specifieke gebieden op zee buiten het broedseizoen wordt momenteel de aanname gedaan dat buiten het broedseizoen deze vogels zich nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee. Met andere woorden, alle zeevogelindividuen van de zuidelijke Noordzee kunnen in potentie gebruik maken van alle Natura 2000-gebieden, wat ook betekent dat individuen ook in elk windpark in de zuidelijke Noordzee slachtoffer kunnen worden van aanvaringen. Dit houdt ook in dat individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie kunnen worden gezien en de effecten die op populatieniveau optreden verhoudingsgewijs doorgerekend kunnen worden naar effecten op de populaties van Natura 2000-gebieden. In de KEC 4.0 studie (Potiek et al. 2022b) en in de aanvullingen daarvan (Potiek & Gyimesi 2023) zijn de cumulatieve aantallen slachtoffers in de zuidelijke Noordzee getoetst aan de ALI-norm (zie begin van paragraaf 6.7.2). Hoewel deze ALI-normen oorspronkelijk ontworpen zijn voor toetsing op het niveau van soortenbescherming, is dit momenteel de enige kwantitatieve toets die in beoordelingen gebruikt kan worden voor de effecten van offshore windparken. Volgens de berekeningen in het KEC 4.0 en in de aanvulling daarvan is bij de jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw geen overschrijding van de ALI-normen te verwachten (Potiek et al. 2022b, Potiek & Gyimesi 2023). Op basis hiervan zijn significant negatieve effecten op het Natura 2000-gebied Bruine Bank uit te sluiten.

6.7.3 Vleermuizen

Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, maar hun aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn, en hun gedrag op zee zijn niet goed bekend. De ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis zijn soorten die door hun voorkomen op de Noordzee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door windparken op zee.

Er bestaat grote onzekerheid omtrent de populatiegroottes van deze soorten, maar in opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is voor de verschillende soorten vleermuizen een inschatting gemaakt in hoeverre de verwachte aantallen aanvaringslachtoffers de Potential Biological Removal (PBR) van populaties van deze soorten zullen overschrijden. Met deze methode kan een inschatting gemaakt worden van de door mensen veroorzaakte sterfte die door een populatie gedragen kan worden. Deze PBR-waarden zijn gebaseerd op soortspecifieke populatiegroeicurves en minimum populatieschattingen per soort. Dit kon uitsluitend worden gedaan voor de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis. Voor de andere soorten is niet genoeg data beschikbaar om betekenisvolle uitspraken te doen. Dit leidde tot een PBR-waarde van 1.905 ruige dwergvleermuizen voor de populaties uit Letland, Litouwen, Polen en Zweden en 4.089 rosse vleermuizen uit Letland, Polen en Zweden (Rijkswaterstaat 2015).

Om te bepalen wat de cumulatieve effecten van offshore windparkontwikkelingen zijn op deze populaties in de zuidelijke Noordzee, worden de bestaande of vergunde windparken meegenomen in de beoordeling. Volgens de meest recente actualisatie van het KEC (KEC 4.0) in 2022 zou in Nederland het maximale aantal turbines t/m Nederwiek I op 1.320 uitkomen en internationaal in 2030 in de zuidelijke Noordzee (inclusief de Nederlandse windturbines) op 8.114 (cf. Potiek et al. 2022b).

In windparken in open vlakke gebieden op land varieert het gemiddelde aantal slachtoffers rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell et al. 2010a, Limpens et al. 2013). Dergelijke open en vlakke gebieden zijn landschappelijk voor vleermuizen vergelijkbaar met de situatie offshore. Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: gezien de overeenkomst van het open, vlakke habitat offshore met het open, vlakke habitat in landbouwgebieden ligt het aantal slachtoffers ook ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. In aanmerking nemend dat migrerende vleermuizen op zee minder voorkomen dan vleermuizen op landlocaties wordt in voorliggend rapport de worst-case aanname gedaan dat in offshore windparken in de Noordzee maximaal 1 slachtoffer per turbine per jaar zullen vallen. In de expert workshop die is uitgevoerd in het kader van KEC 5.0 (Royal Haskoning, 2024) is geconcludeerd dat het op dit moment niet mogelijk is om een meer wetenschappelijk onderbouwde aanname voor het aantal vleermuisdoden vast te stellen.

Volgens de aanname dat per turbine 1 vleermuis slachtoffer zal vallen (zie bijlage 4), zal dit cumulatief tot 1.320 vleermuis slachtoffers per jaar leiden in het nationale scenario en 8.114 vleermuis slachtoffers in het internationale scenario (zie Tabel 6.25). Van het totaal aantal vleermuizen in de zuidelijke Noordzee wordt het aandeel ruige dwergvleermuizen in de slachtofferaantallen op 95,7% geschat en van rosse vleermuizen op 3,8%. Daarmee komen de voorspelde jaarlijkse cumulatieve aantallen slachtoffers in het internationale scenario onder ruige dwergvleermuizen op 7.765 en onder rosse vleermuizen op 308 dieren uit. Door toepassing van deze stilstandvoorziening (zie paragraaf 6.8.2) zou het aantal slachtoffers naar verwachting met ongeveer 40% verlaagd kunnen worden (Boonman & Japink 2022). Onder rosse vleermuizen is het geschatte afgeronde aantal jaarlijkse slachtoffers in het internationaal cumulatiescenario na deze mitigatie 185 dieren, ruim onder de PBR van 4.089 dieren. Het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen komt na de mitigatie uit op 4.659 dieren in het internationaal cumulatiescenario, ruim boven de PBR van 1.905 dieren. In het nationale scenario wordt voor de ruige dwergvleermuis zowel voor als na mitigatie voldaan aan de PBR van 1.905 dieren. Het aandeel aanvaringsslachtoffers (88) na mitigatie van kavel I Nederwiek (zuid) ten opzichte van het totaal aantal aanvaringsslachtoffers internationaal (4659) is 1,9 procent.

Tabel 6.25 Aanvaringsslachtoffers vleermuizen in cumulatie

	Kavel I Nederwiek (zuid) (worst-case o.b.v. alternatief 1c)	Nationaal	Internationaal
Totaal aantal slachtoffers	153	1320	8114
Ruige dwergvleermuis	146	1263	7765
Rosse vleermuis	6	50	308
Ruige dwergvleermuis (na mitigatie)	88	758	4659
Rosse vleermuis (na mitigatie)	3	30	185

Conclusie

Gebaseerd op huidige kennis is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het internationale scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel. De conclusie is echter gebaseerd op de worst-case aanname van 1 slachtoffer per turbine per jaar. Dit is naar verwachting een forse overschatting, met name voor de turbines gelegen in het noordelijke gedeelte van de Noordzee ter hoogte van Schotland. Hier is meer sprake van open zee en zijn de migratieafstanden tussen het Europese Continent en Groot-Brittannië veel langer. Bovendien gaat de PBR uit van minimum populatieschattingen per soort. In het nationale scenario zijn negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis wel uit te sluiten. Voor de overige vleermuissoorten zijn effecten op de staat van instandhouding uit te sluiten.

Belangrijke kanttekening hierbij is dat de gehanteerde populatiegrootte naar verwachting een onderschatting van het werkelijke aantal zal zijn. Gegevens over de Russische populatiegrootte zijn bijvoorbeeld niet meegerekend, terwijl hier (gelet op het landoppervlak) verreweg de meeste dieren van afkomstig zullen zijn. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van de additionele sterfte is het wenselijk om door middel van een andere methodiek (genetische diversiteit) meer inzicht te krijgen in populatiegroottes. Verder onderzoek naar het aantal ruige dwergvleermuizen dat op rotorhoogte vliegt, hun aanvaringsrisico, het aantal slachtoffers en de grootte van de populatie waarbij deze slachtoffers horen, kan in de toekomst de gebruikte aannames mogelijk realistischer maken. In het kader van WOZEP wordt dergelijk onderzoek uitgevoerd, zie hiervoor het Meerjarenprogramma WOZEP 2024-2030. Zo laat een onderzoek zien dat naar verwachting ongeveer 6 – 10% van de ruige dwergvleermuizen zich verder op zee verplaatsen vanaf land (Lagerveld et al., 2024).

6.8 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen zijn te nemen om effecten te verzachten of teniet te doen, onderverdeeld naar de fase van een windpark.

6.8.1 Constructiefase

Mochten er effecten zijn vanwege constructie van windturbines op zee dan vinden die voornamelijk plaats in de maanden dat er mogelijk relatief grote aantallen verstoringgevoelige zeevogelsoorten in en rond het plangebied aanwezig zijn, namelijk in najaar, winter en het vroege voorjaar. Mitigatie is mogelijk door de activiteiten met de hoogste geluidsniveaus en bootbewegingen niet in deze periode te laten plaatsvinden (Leopold & Camphuysen 2009). In het late voorjaar en de vroege zomermaanden is nauwelijks een effect op zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringgevoelige soorten (alk en zeekoet) dan op grote afstand van het windenergiegebied verblijven.

Om het effect van verlichting op vogels te minimaliseren zou 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting moeten worden toegepast, en dan idealiter van een 'vogelvriendelijke' kleur. Helaas is er geen consensus welke kleur het meest geschikt is. Eerder werd groen of blauw genoemd (Poot et al. 2008), terwijl recenter werd geconcludeerd dat continu schijnend groen, blauw en wit licht aanzienlijk meer vogels aantrekt dan continu rood licht onder bewolkte omstandigheden (Rebke et al. 2019).

6.8.2 Operationele fase

Uit de studieresultaten blijkt dat alternatief 2 zonder overplanting de minste impact op vogels heeft. Vergelijking van de effecten van alternatief 2 met die van alternatief 1 leert dat effecten kunnen worden geminimaliseerd door een zo klein mogelijk aantal grote turbines (minste aantal slachtoffers) op een zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) neer te zetten. Volgens modelberekeningen heeft daarnaast het aantal rotorbladen een evenredig effect op het aantal vogelslachtoffers: een turbine met drie bladen veroorzaakt ongeveer een derde meer slachtoffers dan een turbine met twee bladen. Hieronder wordt ingegaan op een aantal andere maatregelen die mogelijk leiden tot minder habitatverlies en/of minder aanvaringsslachtoffers. Mitigatie van habitatverlies is met name voor zeevogelsoorten van belang terwijl mitigatie van aanvaringsslachtoffers voor zowel zeevogels als trekvogels van belang is.

Mitigatie van habitatverlies

Op grond van de resultaten van Deense studies in Horns Rev en Nederlandse studies in OWEZ (Leopold et al. 2011, 2013b, Petersen et al. 2014) moet worden aangenomen dat het windpark, inclusief een zone van in ieder geval enkele honderden meters eromheen, tot een bepaald niveau gemeden zal worden door jan-van-gent en alkachtigen, maar niet door meeuwen. Het is echter onbekend hoe het effect van bijvoorbeeld ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de windturbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines doorwerken op de mate van verstoring van zeevogels. Op dit moment kan daarom alleen gesteld worden dat een groter habitatverlies vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels heeft. Dit geldt tevens voor andere inrichtingsmaatregelen dan hierboven genoemd, omdat bijkomende effecten als de mate van habitatverlies van verschillende configuraties van windturbines, de stimulus voor habitatverlies, en de mate van gewinning door vogels nog niet goed bekend zijn.

Het effect van een alternatieve vorm van het windpark (bijv. langgerekt, vierkant, ruitvormig etc.) op risico's voor vogels is nauwelijks bekend. In zijn algemeenheid geldt dat configuraties die tot een groter habitatverlies leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) relatief ongunstig zijn. Er is onvoldoende bekend om een voor vogels gunstiger vorm van het windpark te adviseren.

Onderzoek wijst uit dat een belangrijk aspect van de configuratie van een windpark, de aanwezigheid van corridors in het park, gunstig kan uitpakken voor sommige soorten. Aan de oostkust van Engeland bleken groepen ganzen bijvoorbeeld gebruik te maken van een corridor tussen twee opstellingen van windparken (Plonczkier & Simms 2012). Ook in OWEZ leken vogels liever het windpark te kruisen op plaatsen waar alleen een enkele rij turbines stond en leken vogels een voorkeur te hebben om langs stilstaande turbines te vliegen in plaats van langs draaiende turbines (Krijgsveld et al. 2011). Het is echter onbekend hoe breed een corridor minimaal zou moeten zijn. Momenteel wordt ook binnen het Wozep programma onderzocht of vogels een scheepscorridor in offshore windpark Borssele in grotere mate gebruiken dan het windpark zelf.

De onderlinge afstand tussen turbines lijkt van belang voor de effectgrootte van habitatverlies op zeevogels. Uit een vergelijkend onderzoek tussen OWEZ en PAWP leek al eerder naar voren te komen dat in parken met een hoge dichtheid aan turbines een grotere versturende werking wordt gevonden dan in parken waar de turbines verder uit elkaar staan (Leopold et al. 2011, 2013b, Skov et al. 2017). Recentelijk is dit ook in het kader van een Wozep onderzoek naar grote sterns aangetoond (van Bemmelen et al. 2023).

De relatief geringe afstand tussen turbines sluit inrichtingsalternatieven op detailniveau binnen een windpark uit tenzij het mogelijk is om op een groot oppervlak weinig (grote) turbines neer te zetten. Dit is mogelijk gunstiger omdat verstoring rondom turbines kleiner is en er mogelijk corridors ontstaan waar vogels tussendoor vliegen. Over het algemeen kunnen inrichtingsalternatieven alleen op grotere afstand van het windpark wellicht effect hebben.

Mitigatie van aanvaringen

Vergelijkbaar met mitigatie voor habitatverlies zouden voor het effect van aanvaringen bepaalde opstellingen gunstiger kunnen zijn. In theorie zou bijvoorbeeld een langwerpige opstelling of een ruitvorm, waarvan de korte zijden c.q. de punten in de overwegende vliegrichting wijzen, het aanvaringsrisico kunnen beperken.

Verschillende **aanpassingen aan de windturbines** (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) kunnen een mitigerend effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Het vergroten van de detectiekans van turbines door vogels kan namelijk leiden tot een vermindering van het aantal aanvaringsslachtoffers. Hierbij kan worden gedacht aan verschillende typen stimuli die een reactie teweeg kunnen brengen bij vogels. Deze zijn soortspecifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen. Zo toonden May et al. (2020) bij zeearend en overige landvogelsoorten in Noorwegen aan dat het zwart verven van turbinebladen mogelijk het aantal slachtoffers kan verminderen. Momenteel wordt in de Eemshaven onderzocht of deze maatregel ook effectief is op deze kustlocatie, waar de samenstelling van vogelsoorten beter overeenkomt met een offshore locatie.

Verder zijn er aanwijzingen dat het aanbrengen van reflectors, lasers, en ook akoestische waarschuwingssignalen vogels kunnen verjagen. Het gebruik van lichtsignalen kan echter 's nachts, en dan met name tijdens mist, juist aantrekking tot gevolg hebben. Bovendien kunnen vogels wennen aan dergelijke stimuli. Een ander nadeel kan zijn dat ongewenste verstoring van vogelsoorten optreedt die weinig gevoelig zijn voor aanvaringen, maar wel voor verstoring door licht en/of geluid.

Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de aantrekkende werking van **turbineverlichting** op nachtelijk trekkende landvogels. Deze onderzoeken hebben echter vooralsnog geen eenduidige conclusie opgeleverd over welk type het best gebruikt kan worden om het aantal aanvaringen met windturbines te verminderen. Uit een experimenteel onderzoek op de Noordzee bleek dat continu (niet-knipperend) rood licht minder nachtelijke trekvogels aantrekt dan continu groen, blauw en wit licht. Ook bleek dat knipperend licht (1s aan, 1s uit) minder vogels aantrekt dan continu licht (Rebke et al. 2019). Onderzoek naar het effect van verlichting van boorplatforms op (trek)vogels heeft aangetoond dat vogels worden aangetrokken door rood, geel en wit licht (Marquenie et al. 2009). Zowel blauw licht als groen licht werkt echter nauwelijks verstorend op trekvogels; 80% van de vogels vliegt ongestoord verder (van der Laar 2007, Poot et al. 2008). In tegenstelling tot blauw licht is groen licht ook geschikt voor werkomstandigheden. Voor een windpark in windenergiegebied Nederwiek I kan daarom worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Het lijkt op voorhand niet gunstig om de masten te verlichten (flood lights), tenzij met aangepaste lichtkleuren gewerkt kan worden. Overigens valt nog te bezien in hoeverre hier duidelijk winst te behalen valt omdat het in tegenstelling tot gasplatforms op zee alleen gaat om navigatieverlichting, en niet (ook) om veel sterkere werkverlichting. Bovendien dient te worden nagegaan in hoeverre dit past binnen de IALA-richtlijnen (IALA 2008) en wensen van het bevoegd gezag.

Grootste winst lijkt daarom juist te behalen door verlichting op turbines tot een minimum te beperken. Op land lijkt het mogelijk om windturbineverlichting alleen aan te zetten op specifieke momenten (ADLS-systeem).

Verlichting op (grote) werkschepen kan een probleem zijn als deze vogels aantrekt gedurende donkere nachten terwijl windturbines draaien. Onderhoudswerkzaamheden dienen daarom 's nachts vermeden te worden, zeker gedurende de trekseizoenen.

Stilstaande turbines resulteren automatisch in minder slachtoffers. Dit kan bijvoorbeeld bereikt worden door slim **plannen van onderhoudswerkzaamheden**. Naast reparatiewerkzaamheden moeten de turbines jaarlijks onderhouden worden wat vooraf ingepland kan worden. Door dit in de vroege zomer in te plannen, wanneer de weersomstandigheden voor onderhoud gunstig zijn en relatief weinig opbrengstverlies is door lage windsnelheden, kunnen tegelijkertijd aanvaringslachtoffers verminderd worden, bijvoorbeeld onder broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit Natura 2000-kolonies.

Aanpassing aan de werkingstijd van turbines ('temporary shutdown') in combinatie met een detectiesysteem van verhoogde (al dan niet soortspecifieke) vogelactiviteit op rotorhoogte ('early-warning stopping mechanism') biedt kansen voor mitigatie van aanvaringen (May et al. 2015). Op momenten dat veel vogels langskomen (gedetecteerd door visuele waarnemers, radar of camera's) worden turbines automatisch uitgeschakeld om aanvaringen te verminderen (een zogeheten 'reactieve **stilstandvoorziening**'). Deze techniek wordt in enkele bestaande vergunningen al voorgeschreven, en wordt op land in het buitenland al vaker toegepast.

Voor offshore windparken is binnen het Wozep onderzoeksprogramma een vogeltrekvoorspelmodel ontwikkeld dat als input dient voor een proactieve stilstandvoorziening, waarbij turbines voorafgaand aan voorspelde piekmomenten van vogelactiviteit uitgeschakeld kunnen worden (Bradarić 2022). Door Krijgsveld et al. (2015) is een overzicht gemaakt van het voorkomen van trekpieken boven de Noordzee. Zij maakten hierbij een inschatting over het effect van een goedwerkende stilstandvoorziening. Hieruit bleek dat tijdens relatief weinig nachten per jaar dergelijke trekpieken op rotorhoogte voorkomen (gemiddeld 10 nachten per jaar waarop meer dan 1,5% van de jaarlijkse flux doortrekt). Tijdens deze tien nachten komen gemiddeld 7 vogels per turbine per jaar in aanraking met turbines. Daarnaast hebben Krijgsveld et al. (2015) voor OWEZ bepaald dat het gericht uitzetten van turbines tijdens trekpieken op 1,3% van de tijd een 11% reductie in het totaal aantal aanvaringsslachtoffers kan opleveren. Dit leidde, bij alle uren met meer dan 250 doortrekkende vogels per km per uur, tot ongeveer 109 uur stilstand gedurende het gehele jaar. Op basis van windsnelheden zou de stilstand van windturbines verder geoptimaliseerd kunnen worden, zodat het terugbrengen van het aantal vogelslachtoffers gepaard gaat met het reduceren van het verlies in energieopbrengst (van Bemmelen et al. 2022). Verder kan het Wozep voorspelmodel in de toekomst mogelijk niet alleen een temporele differentiatie maar ook een ruimtelijke differentiatie in het voorkomen van pieknachten in de vogeltrek bieden. De eerste resultaten laten namelijk zien dat de herkomst van trekvogels boven de Noordzee afhankelijk is van windrichting en tijd van het jaar (Bradarić et al. 2020). Zodoende zouden bij bepaalde omstandigheden windparken waar de trekpieken verwacht worden gericht stilgezet kunnen worden.

Samenvattend zijn er diverse mogelijkheden om effecten van windparken op vogels te verminderen, met name als doel om aantallen aanvaringsslachtoffers te beperken. Voorbeelden hiervan zijn aantallen en grootte van turbines, aantal bladen, vergroten detectiekans, proactieve en reactieve stilstandvoorziening. Op basis van de huidige modelberekeningen hebben de parameters turbineaantal, tiplaagte, bladlengte en

snelheid van de rotores de grootste invloed op de aantallen slachtoffers onder alle vogelgroepen, zowel lokale zeevogels (in het algemeen en buiten het broedseizoen uit Natura 2000-gebieden), als broedvogels uit Natura 2000-gebieden als trekvogels. Grotere, en daardoor lagere aantallen turbines veroorzaken in totaal minder slachtoffers.

Vleermuizen

De beste methode om het aantal aanvaringsslachtoffers bij vleermuizen te verlagen is door de draaisnelheid van de rotorbladen te verlagen gedurende de momenten waarop vleermuizen in windparken te verwachten zijn (Smallwood & Bell 2020). Het is aangetoond dat het verlagen van de draaisnelheid tot 1 rpm bij windsnelheden onder de 5 m/s de vleermuissterfte met 44 – 93% kan verminderen (Baerwald et al. 2009). In offshore windparken is de effectiviteit naar verwachting wat lager dan op land omdat vleermuizen gemiddeld genomen bij iets hogere windsnelheid aanwezig zijn.

Aanvankelijk werd voor de windparken op zee de volgende stilstandvoorziening voor vleermuizen voorgeschreven (<http://wetten.overheid.nl/BWBR0037802/2017-11-08>):

“... Daarom is gekozen voor een maatregel waar de cut-in windspeed van de turbines wordt verhoogd naar 5,0 m/s op ashoogte gedurende de periode van 15 augustus tot en met 30 september tussen 1 uur na zonsondergang tot 2 uur voor zonsopkomst. Beneden deze windsnelheid moet het aantal rotaties per minuut per windturbine tot minder dan 1 worden gebracht.”

Voor IJmuiden Ver is een stilstandvoorziening voor vleermuizen geoptimaliseerd, die gebaseerd is op de vleermuisactiviteit die op platforms ver op zee is gemeten (Boonman & Japink 2022; platforms K13, P6, P9, P11). Voor de exacte beschrijving van deze stilstandvoorziening wordt verwezen naar Boonman & Japink (2022). Voor kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) wordt geadviseerd om ook van deze stilstandvoorziening gebruik te maken omdat betere gegevens momenteel niet beschikbaar zijn. Deze stilstandvoorziening reduceert het aantal slachtoffers gedurende de najaarsmigratie met naar schatting 40%. Het bijbehorende verlies aan energieopbrengst is 6-7 keer hoger dan de stilstandvoorziening die eerder voor offshore windparken werd berekend die dicht bij de kust liggen (Boonman 2018). Dit komt omdat de vleermuisactiviteit verder op zee moeilijker te voorspellen is (het beperkt zich bijvoorbeeld niet specifiek tot wind uit O of NO richtingen). Een belangrijke tekortkoming van deze stilstandvoorziening voor windenergiegebied IJmuiden Ver (en kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid)) is het feit dat gebruik is gemaakt van gegevens die zijn verzameld vanuit nabijgelegen (olie- en gas-) platforms. Voor het formuleren van een stilstandvoorziening zou idealiter gebruik gemaakt worden van gegevens die zijn verzameld in het rotorbereik van windturbines. Pas wanneer de turbines gebouwd zijn kunnen deze metingen plaatsvinden en kan de stilstand verbeterd worden.

Samenvatting

Samenvattend zijn er diverse mogelijkheden om effecten van windturbine(parken) op vogels te beperken, met name als doel om aantallen aanvaringsslachtoffers te beperken (aantallen en grootte van turbines, aantal bladen, vergroten detectiekans, stilstandvoorziening). Op basis van de huidige modelberekeningen hebben de parameters turbineaantal, tiplaagte, bladlengte en snelheid van de rotores de grootste invloed op de aantallen slachtoffers onder alle vogelgroepen, zowel lokale vogels (broedend en niet-broedend) als vogels op seizoenstrek. Grotere, en daarmee minder, turbines veroorzaken in totaal minder slachtoffers.

De beste methode om het aantal aanvaringsslachtoffers bij vleermuizen te verlagen is door de draaisnelheid van de rotorbladen te verlagen gedurende de momenten waarop vleermuizen in windparken te verwachten zijn.

6.8.3 Verwijderingsfase

Mitigatie tijdens de uiteindelijke verwijdering ligt vooral in de timing ervan. Dit betekent dat niet gewerkt moet worden wanneer de dichtheden van verstoringsempfindige soorten zeevogels hoog zijn zoals in najaar, winter en vroege voorjaar. Daarnaast kan wellicht een methode van verwijderen gevonden worden die relatief weinig geluid produceert of waarmee snel de klus geklaard kan worden. Tevens is het van belang om net als tijdens de andere fases het effect van verlichting op vogels te minimaliseren door 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting toe te passen van een 'vogelvriendelijke' kleur.

6.9 Leemten in kennis en informatie

Er zijn leemtes in kennis over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring als gevolg van windparken op zee (zowel overdag als 's nachts). Met name soortspecifieke kennis ontbreekt. Validatie van modellen om aanvaringsdoodoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringsempfindigheden en verstoringafstanden van zeevogels zijn nog leemtes in kennis, evenals in hoeverre vogels kunnen wennen aan windparken. Op basis van literatuur is aangenomen dat 10% van de verstoorde vogels sterft. Het is niet bekend in hoeverre deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid, maar wel kan worden gesteld dat 10% aan de veilige kant is (worst-case aanname).

Voor vleermuizen geldt dat er leemtes in kennis zijn ten aanzien van de basiskennis over populatieomvang en soortspecifieke verspreiding. Onbekend is het relatieve belang van de Noordzee voor verschillende soorten vleermuizen en hun veranderingen in gedrag als gevolg van windparken.

6.10 Grensoverschrijdende effecten

Broedvogels

Windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten gemiddeld bereik van broedkolonies gelegen in buitenlandse Natura 2000-gebieden. Daarom worden geen significant negatieve effecten verwacht op deze broedkolonies als gevolg van een windpark in kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid). Uit paragraaf 6.1.2 blijkt dat bijvoorbeeld individuen uit kolonies van jan-van-genten, drieteenmeeuwen en kleine mantelmeeuwen Nederwiek wel kunnen bereiken, maar dat dit ofwel niet-beschermde kolonies betreft ofwel verwacht mag worden dat vliegbewegingen door Nederwiek (zuid) incidenteel zullen zijn en er derhalve geen significant negatieve effecten worden verwacht voor beschermde kolonies.

Niet-broedvogels

Op basis van cumulatieve berekeningen zijn significant negatieve effecten uit te sluiten. Voor een verdere onderbouwing wordt verwezen naar paragraaf 6.7.2 uit dit hoofdstuk en paragraaf 11.1.1 van Bijlage 4.

Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 4.0 studie populatiemodellen opgesteld. Populatiemodellen van de acht meest kritieke trekvogelsoorten wijzen uit dat onder deze trekvogelsoorten de geldende ALI-normen niet worden overschreden in het nationale en internationale scenario. Geconcludeerd wordt dat er geen significant negatieve effecten optreden en ook significant negatieve effecten op (buitenlandse) Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.

7 Onderwaterleven

7.1 Inleiding

De komst van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid) heeft effecten op het (lokale) onderwaterleven. Dit hoofdstuk onderzoekt de milieueffecten voor bodemdieren (benthos), vissen en zeezoogdieren als gevolg van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines en parkbekabeling in de kavel. De inzichten in dit hoofdstuk zijn voornamelijk gebaseerd op twee onderzoeksrapporten die voor dit MER zijn opgesteld door experts op het gebied van onderwaterleven. Voor bodemdieren en vissen is dit door Bureau Waardenburg (bijlage 4) gedaan, voor zeezoogdieren door HWE (bijlage 5). De beoordeling is erop gericht om mogelijke effecten op de populatieomvang van belangrijke soorten in het Nederlands Continentaal Plat (NCP) in kaart te brengen.

Dit hoofdstuk behandelt de mogelijke milieueffecten als gevolg van:

- Onderwatergeluid en trillingen
- Vertroebeling en habitatdestructie door bodemberoering
- Aanwezigheid van magnetische velden (MV)
- Aanwezigheid van harde structuren
- Afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten

Hierna volgt een beschrijving van de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht en de alternatieven die daarbinnen gekozen zijn. Daarna beschrijft paragraaf 7.3 het beoordelingskader en per soortgroep kort hoe en wanneer effecten kunnen optreden, welke beschermingsnormen relevant zijn, en welke beoordelingscriteria er zijn gebruikt in de effectbeoordeling. Vervolgens wordt in paragraaf 7.4 de huidige situatie van de soorten beschreven, samen met eventuele relevante autonome ontwikkelingen (de nulsituatie). Daarop volgt de beoordeling van relevante effecten in paragraaf 0 en (noodzakelijke) mitigerende maatregelen in paragraaf 7.6, wordt er aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten in paragraaf 7.7, en overblijvende leemten in kennis in paragraaf 7.8.

7.2 Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte

Veel effecten op onderwaterleven zijn direct afhankelijk van de interne inrichting van een windpark. Ze hangen samen met het aantal turbines dat geplaatst wordt, het funderingstype waarop ze komen te staan, en de installatiemethode die gebruikt wordt.

Het uitgangspunt is dat kavel I Nederwiek (zuid) zal bestaan uit maximaal 153 windturbines van minimaal 15 MW. Binnen de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht zijn zes alternatieven beoordeeld om in kaart te brengen welke effecten er kunnen ontstaan (zie Tabel 7.1). Drie alternatieven gaan uit van 15 MW turbines, en drie van 20 MW turbines. Voor elk turbinetype is gekeken naar een alternatief met 0%, 5% en 15% overplanting.

De berekeningen voor (onderwater)geluid en trillingen voor dit MER zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van $SEL_{ss}(750\text{ m}) = 160$ en $164\text{ dB re } 1\text{ }\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Deze norm geeft in aantal decibel (dB) aan hoe hoog de onderwater geluidsdruk van een enkele hei-slag (SEL_{ss}) op een afstand van 750 meter maximaal mag zijn. Daarbij is voor elk alternatief uitgegaan van de hei-energie die vrijkomt bij de installatie van monopile funderingen. Voor de alternatieven met 20 MW turbines is daarnaast ook gerekend met de hei-energie van tripod- of jacketfunderingen. In de geluidsberekeningen is worst-case de fundatielocatie binnen kavel I

Nederwiek (zuid) gebruikt waarvan hoogste geluidsdruk op 750 meter wordt verwacht (zie paragraaf 2.2 van bijlage 5). In Tabel 7.2 staat de daarbij gebruikte hamerenergie per combinatie van turbine en fundering.

Tabel 7.1 Bandbreedte van alternatieven voor onderwaterleven

Kenmerk	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aantal turbines	134	140	153	100	106	115
Geïnstalleerd vermogen per turbine	15 MW			20 MW		
Geluidsnorm	SELss (op 750 m) = 160 of 164 dB re 1 μPa²s					
Netto heitijd per monopile-fundering	2 uur					
Geschatte periode waarin heiwerkzaamheden plaatsvinden	7 tot 9 maanden			5 tot 7 maanden		

Tabel 7.2 Turbinevarianten waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd

Turbinevermogen	15 MW	20 MW	20 MW	20 MW
Type fundering	Monopaal	Monopaal	Tripod	Jacket
Aantal palen	1	1	3	4
Paaldiameter (m)	9*	15	5	3
Hamerenergie (kJ)	4000	7000	2000	2000

* In afwijking op de bandbreedte zoals gepresenteerd in Tabel 4.2 is in de onderwatergeluid berekeningen voor de 15 MW windturbines uitgegaan van 9 meter in plaats van 11,5 meter paaldiameter. Dit heeft te maken met beschikbaarheid van gegevens. Uit de berekeningen blijkt dat het door heigeluid verstoorde oppervlak als gevolg van heien van palen met een grotere diameter altijd kleiner is dan bij palen met een kleinere diameter bij toepassing van gelijke hamerenergie. Dit heeft te maken met de frequentieverdeling van het afgestraalde onderwatergeluid dat bij heien van palen met een kleinere diameter wat meer hogere frequenties bevat (met meer energie). Uitgaan van 9 meter paaldiameter is dus meer worst-case dan 11,5 meter.

Onderzoek haalbaarheid geluidsnorm

Op verzoek van de Commissie m.e.r. is onderzocht wat de (technische) haalbaarheid is van een geluidsnorm van 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss, zoals geambieerd in het Noordzeeakkoord.⁵² In het onderzoek is gekeken naar veelbelovende ontwikkelingen op het gebied van mitigerende maatregelen en alternatieve installatietechnieken. Ten aanzien van mitigerende maatregelen is geconcludeerd dat onzeker is of bovengenoemde normering kan worden behaald met een combinatie van mitigerende maatregelen. In relatie tot alternatieven voor de traditionele hydraulische 'impact hammer', zoals trilhamers (eventueel in combinatie met 'jetting') of 'blue piling', wordt geconcludeerd dat een aanzienlijke reductie van de hoeveelheid geproduceerd onderwatergeluid kan worden bereikt. Hierbij geldt echter dat geen van deze technieken volledig is getest en/of gecertificeerd voor gebruik bij de installatie van turbinefunderingen op zee.

⁵² Aanleg van windparken in IJmuiden Ver en Nederwiek I en Beperken van onderwatergeluid en haalbaarheid van Geluidsnormen, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2023). Zie: <https://www.noordzeeloket.nl/functionalities-gebruik/windenergie/doorvaart-medegebruik/nederwiek/>

In het MER wordt zowel de normering van 160 als 164 dB onderzocht. In de belangenafweging in het kavelbesluit zal een norm worden bepaald, waarbij het aspect technische haalbaarheid wordt betrokken.

Kader 7.1 Drijvende fundaties

Effecten van drijvende fundaties op onderwaterleven

In dit hoofdstuk zijn de effecten van turbines op drijvende fundaties niet onderzocht en beoordeeld. Drijvende fundaties worden ontwikkeld met de verwachting dat ze windparken technisch uitvoerbaar en rendabel kunnen maken in complexe zeebodems en tot een diepte van 200 m. De nu gangbare funderingen met een directe bodemverbinding (monopiles, jackets, etc.) worden voornamelijk in relatief ondiepe gebieden (rendabel) toegepast en zijn ook goedkoper dan drijvende fundaties. Kenmerkend voor de Nederlandse Noordzee is dat de gehele bodem relatief vlak en ondiep is (grotendeels 25 - 50m). Daarom is het onwaarschijnlijk dat er in de toekomst drijvende fundaties in de Nederlandse Noordzee toegepast worden.

Er zijn verschillende concepten voor drijvende fundaties. Alle bestaan ze uit een drijvend platform of boei waarop de turbine geïnstalleerd is. Ze worden op hun plek gehouden door kabels die met ankers, kleine heipalen of gravity based structures aan zeebodem bevestigd worden.

Het toepassen van drijvende fundaties zal niet tot andere soorten effecten leiden dan de onderzochte funderingstypes. Echter, er is weinig specifieke kennis beschikbaar over de effecten op onderwaterleven omdat de techniek alleen is toegepast in enkele pilot projecten. Wel is duidelijk dat de aanleg tot aanmerkelijk minder bodemberoering en onderwatergeluid leidt omdat er geen grote structuren in de zeebodem geheid worden. Juist het heigeluid dat vrijkomt bij de aanleg van monopiles veroorzaakt negatieve effecten op zeezoogdieren, en bodemberoering leidt met name voor benthos en vissen tot negatieve effecten. De omvang van de geluidseffecten zal door de aanleg van drijvende fundaties zeker niet groter zijn dan de effecten van het door heien van monopiles vrijkomende geluid. En de sterke vermindering in bodemberoering zullen voor benthos en vissen positief zijn.

De ankerlijnen van drijvende funderingen liggen deels op de zeebodem daar waar ze hun ankerpunt bereiken. Wanneer het drijvende platform beweegt schuiven de ankerlijnen hier plaatselijk over de bodem waardoor vertroebeling en habitatdestructie kan ontstaan. Omdat dit heel plaatselijk optreedt valt de omvang van dit effect in het niet bij het totale fysieke leefgebied van benthos, vissen en zeezoogdieren.

De effecten van drijvende fundaties op onderwaterleven zullen met grote zekerheid kleiner zijn dan de effecten van monopiles.

7.3 Beoordelingskader

7.3.1 Benthos (bodemdieren) en vissen

Benthos en vissen kunnen zowel tijdens de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Effecten kunnen ontstaan wanneer bodemberoerende activiteiten tijdens de aanleg of verwijdering van turbinefunderingen, erosiebescherming en kabels, leiden tot vertroebeling in het water en beschadiging of vernietiging van habitats. Op een vergelijkbare manier kan een verbod op sleepnet visserij ten gevolge van het windpark juist een positief effect hebben op het lokale visbestand. Tijdens de exploitatie kan de aanwezigheid van de turbinefunderingen en erosiebescherming (hard substraat) ook

een positief effect hebben omdat zich hierop een verscheidenheid aan bodemdieren kunnen vestigen. De magnetische velden rondom de kabels kunnen plaatselijk een negatief effect veroorzaken.

Voor benthos en vissen zijn de volgende effecten bekeken:

- Vertroebeling en habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg en verwijdering.
- Geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, exploitatie en verwijdering.
- Aanwezigheid van magnetische velden tijdens de exploitatie (zie Kader 7.2).
- Afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten tijdens de exploitatie.
- Aanwezigheid van harde structuren tijdens de exploitatie.

In dit hoofdstuk wordt er voor benthos en vissen uitgegaan op hoofdlijnen uitgegaan van de inzet van monopile fundering als worst case scenario, zie ook bijlage VI van het achtergronddocument (bijlage 4). Momenteel is dit ook de enige fundering die in het Nederlandse deel van de Noordzee is toegepast en hiervoor is al veel onderzoek naar gedaan. In zijn totaliteit kan worden geconcludeerd dat alternatieve funderingstypen vergelijkbare of kleinere effecten geeft voor benthos en vissen in vergelijking tot monopiles. Wel geven grotere funderingstypes (gravity based funderingen en suction buckets) een grotere bodemverstoring en habitatdestructie tijdens de aanlegfase t.o.v. een monopile fundering. Daarnaast moet er bij gravity based funderingen ook gebaggerd worden om de bodem te egaliseren. Onderzoek laat zien dat de benthos soortgemeenschap snel herstelt van de aanleg van een gravity based fundering (zie bijlage VI van bijlage 4). Mede hierdoor en omdat er bij deze techniek niet geheid hoeft te worden, wordt de inzet van een gravity-based en suction buckets fundering in plaats van een monopile positiever beoordeeld.

Kader 7.2 Elektromagnetische velden en zeedieren

Elektromagnetische velden

Elektrische velden (E-fields) ontstaan door een elektrische lading of door veranderende magnetische velden. Magnetische velden (B-fields) ontstaan door een bewegende lading of door veranderende elektrische velden. Als de elektrische en magnetische velden aan elkaar gekoppeld zijn, spreken we over 'elektromagnetische velden' (EMV). Een EMV ontstaat bij de elektriciteitsproductie, transport en de distributie ervan, en bij het gebruik van elektriciteit. De door de windturbines gegenereerde elektriciteit wordt via zogenaamde infield-kabels naar het TenneT-platform op zee getransporteerd. Deze kabels hebben dus een EMV gegenereerd door de stroom die door de kabel loopt. Het elektrisch veld komt niet vrij in de directe omgeving van een kabel omdat deze wordt tegengehouden door de mantel van de kabel. Het magnetisch veld (hierna; MV) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de direct omgeving van de kabel. Wanneer organismen door het magnetische veld bewegen kan daarnaast een zwak elektrisch veld gegenereerd worden, het zogenaamde geïnduceerd elektrisch veld (iE-field).

Elektromagnetische zintuigen bij sommige zeedieren zijn zo ontwikkeld dat deze elektrische velden (EV) en kleine veranderingen in de sterkte, vorm en/of richting van een magnetisch veld (MV) kunnen waarnemen. Zulke elektromagnetische zintuigen kunnen worden gebruikt ten behoeve van foerageren, voortplanting en navigatie.

Om inzicht te krijgen in het belang van het plangebied voor bodemdieren en vissen wordt eerst de huidige situatie beschreven op de schaal van het NCP. Vervolgens wordt de directe omgeving van het plangebied nader beschreven. Bij het beschrijven van de huidige situatie is specifieke aandacht besteed aan soorten die beschermd zijn in nationale en internationale beleidskaders. Voor de autonome ontwikkeling van het

gebied (ontwikkeling zonder windpark) is gebruik gemaakt van onderzoeksrapporten die ingaan op langjarige trends van bodemdieren en vissen, en factoren die hierop van invloed zijn geweest.

Bij de effectbeschrijvingen in de onderzoeksrapporten is gebruik gemaakt van de resultaten van ecologische effectenstudies van het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ), het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0) en het Wind op Zee Ecologisch Programma (WOZEP). De opgedane kennis uit deze effectenstudies is ook gebruikt in de milieueffectrapporten voor de kavels in windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west), IJmuiden Ver (Alpha) en IJmuiden Ver (Gamma), waarop de effectbeoordeling voor dit kavel in Nederwiek (zuid) tevens is gebaseerd.

Voor het beoordelingskader is aangesloten bij doelen van (inter)nationale wetgeving en parameters die gebruikt worden om te toetsen of deze doelen gehaald worden. Doelen van (inter)nationale wetgeving zijn vooral gericht op het behoud of versterking van biodiversiteit en bescherming van soorten van speciaal (commercieel) belang.

7.3.2 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen zowel tijdens de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Hieronder wordt kort toegelicht hoe deze effecten kunnen optreden. In paragraaf 1.1 van bijlage 5 staat een compleet overzicht met beschrijvingen van de mogelijke effecten die kunnen optreden.

Voor zeezoogdieren zijn de volgende effecten bekeken:

- Geluid en/of trillingen tijdens de aanleg en verwijdering, en in beperkte mate tijdens de exploitatie.
- Vertroebeling en habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg en verwijdering.
- Aanwezigheid van harde structuren tijdens de exploitatie.
- Aanwezigheid van magnetische velden tijdens de exploitatie.
- Afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten tijdens de exploitatie.

Effecten op zeezoogdieren treden met name op door (onderwater)geluid dat vrijkomt tijdens heiwerkzaamheden van de turbine- en platformfundaties en geofysisch onderzoek, en in mindere mate door geluid van aanwezige schepen. Mogelijke effecten door (onder)watergeluid van draaiende windturbines, vertroebeling door bodemberoering, de aanwezigheid van kabels en harde structuren tijdens de exploitatie, en een mogelijke toename in prooivis als gevolg van de afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten zijn erg beperkt.

De bodemberoerende activiteiten voor het aanleggen en verwijderen van de kabels en funderingen kunnen lokaal de waterkwaliteit beïnvloeden door vertroebeling (slibpluim). Dit heeft een negatief effect op het foerageergebied van zeezoogdieren. Echter, deze effecten worden om een aantal redenen verwaarloosbaar geacht en niet verder onderzocht. Ten eerste is het aannemelijk dat dieren ten tijde van deze bodemberoerende activiteiten het plangebied al hebben verlaten als reactie op (onder)watergeluid dat daarbij vrijkomt. Bovendien kan directe beïnvloeding van zeezoogdieren worden uitgesloten, omdat bruinvissen en zeehonden beide niet op zicht jagen. Indirect kunnen de foerageermogelijkheden voor zeezoogdieren wel worden aangetast, een deel van hun prooidieren, te weten niet bodem gebonden vissoorten, zullen het aangedane gebied mijden. Naast dat de zeebodem in het plangebied weinig slibrijk

is, is het effect tijdelijk en heeft het een geringe omvang in vergelijking met het totale leefgebied van zeezoogdieren. Dit effect wordt daarom niet verder onderzocht.

Over de effecten van magnetische velden op zeezoogdieren is weinig informatie beschikbaar. In zeer beperkte mate kunnen er effecten ontstaan door de elektromagnetische velden (EMV) rondom de kabels van het windpark. Alleen binnen een beperkt gebied rondom de kabel zou er een mogelijk effect in de vorm van barrièrewerking kunnen optreden op zeezoogdieren. Gezien de zeer lokale omvang van deze mogelijke effecten in vergelijking tot het totale leefgebied van bruinvissen kunnen significante populatie-effecten hierdoor op voorhand worden uitgesloten (zie ook bijlage 5). Dit effect wordt daarom niet verder onderzocht. In het Wind op Zee Ecologische Programma (WOZEP) wordt onderzoek gedaan naar het gebruik van operationele windparken door bruinvissen. Mogelijke gedragsverstoringen rond de kabels binnen dit windpark zouden in dit onderzoek wellicht kunnen worden opgemerkt.

De voornaamste effecten ontstaan door (onder)watergeluid en trillingen waarbij onderscheid wordt gemaakt in impulsief en continue geluid. Continue geluid ontstaat door varende schepen en trillingen van draaiende windturbines. Het effect dat ontstaat door schepen die van en naar het windpark varen is niet anders dan dat van reguliere scheepvaart. Omdat dit een reeds bestaande activiteit is kan ervan uit worden gegaan dat dit effect al in de huidige populatieomvang is verdisconteerd. Continue geluid dat ontstaat door draaiende windturbines treedt alleen op binnen een klein gebied rondom de turbine en valt op korte afstand weg tegen het altijd aanwezige omgevingsgeluid in de Noordzee.

Het MER onderzoekt de effecten van impulsief geluid die ontstaan tijdens de installatie van de turbinefunderingen, geofysische onderzoek m.b.v. seismologische surveys binnen de kavel, en de constructie van het TenneT platform. Direct bij het optreden van impulsief geluid kunnen zeezoogdieren in een relatief groot gebied in hun gedrag verstoord worden. Het kan gaan om wegzwemmen uit het gebied (habitatverlies) of een versnelde ademhaling. Het aantal dierverstoringsdagen geeft aan hoeveel dieren er verstoord worden en is bepaald op basis van de berekende 'geluidscontour' en de geografische verspreiding van het aantal zeezoogdieren daarbinnen (dichtheid). Binnen een veel kleiner gebied kan herhaaldelijke blootstelling aan impulsief geluid een fysiologisch effect op het gehoororgaan hebben. Het gaat in dat geval om een fysieke aantasting in de vorm van een permanente verhoging van de gehoordrempel.

Effecten op het gedrag zijn maatgevend gebleken voor de effecten op de populaties van zeezoogdieren. Op basis van berekeningen wordt bepaald hoeveel dierverstoringsdagen er per alternatief optreden en of deze onder de hiervoor berekende waarden uit het KEC 4.0 liggen. In de geluidsberekeningen wordt reeds uitgegaan van geluidsnormen die het geluid dat vrijkomt door (ongelimiteerde) heiwerkzaamheden beperkt. De berekeningen die gemaakt zijn door HWE voor de beoordeling in dit MER gaan uit van een geluidsnorm van $SEL_{ss}(750m) = 160$ en 164 dB re $1 \mu Pa^2$.

In KEC 4.0 is een cumulatiescenario doorgerekend voor de uitrol van de gehele routekaart windenergie op zee tot 2030. Op basis van dit cumulatiescenario is geconcludeerd dat populatie-effecten kunnen worden uitgesloten. Zolang het aantal dierverstoringsdagen voor kavel I Nederwiek de KEC 4.0 waarde tijdens de aanleg niet overschreden wordt, wordt er automatisch voldaan aan de geldende beschermingsregimes. Deze zijn samengevat in een ecologische (werk)norm die stelt dat door de aanleg van windparken op zee de populaties van bruinvissen, gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang moeten blijven. Oftewel, de kans dat de populatiereductie meer dan 5% bedraagt, mag niet groter zijn dan 5%. De cumulatieve effecten van

onderwatergeluid op zeezoogdieren worden getoetst aan deze ecologische (werk)norm. In paragraaf 7.5 worden de berekende zeezoogdierverstoringsdagen per alternatief vergeleken met de berekende KEC 4.0 waarde. Paragraaf 7.7 geeft inzicht in de cumulatieve effecten op basis van het worst-case alternatief en de meest recente kennis. Vervolgens wordt er getoetst aan de ecologische (werknorm).

Fysiologische effecten treden niet alleen in een veel kleiner gebied op dan gedragseffecten, een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel levert daarnaast weinig hinder op voor het dier en herstelt zich volledig. Uit het KEC 4.0 blijkt dat er een verwaarloosbare kans is dat bruinvissen of zeehonden een permanente verhoging van de gehoordrempel (PTS) oplopen ten gevolge van het onderwatergeluid bij het heien voor de aanleg van wind op zee, mits daarbij het onderwatergeluid wordt gelimiteerd tot een geluidnorm SEL_{ss} (750m) = 168 dB re 1 μPa^2s , of lager. Omdat de berekeningen voor dit MER uitgaan van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 en 164 dB re 1 μPa^2s kan dit effect op voorhand kan worden uitgesloten.

7.3.3 Beoordelingscriteria en effectbeoordeling

In Tabel 7.3 wordt per soortengroep het beoordelingskader gegeven van de onderzochte milieueffecten. De effectbeoordeling wordt gedaan ten opzichte van de referentie (huidige)situatie en maakt gebruik van een score (-, 0/-, 0, 0/+, +). In paragraaf 4.4 van hoofdstuk 4 wordt de scoringsmethodiek toegelicht. De toetsing aan de gebiedsbescherming, een Natura 2000-activiteit uit de Omgevingswet, gebeurt in bijlage 8. De toetsing aan de soortenbescherming, flora- en fauna-activiteit, gebeurt in bijlage 7.

Tabel 7.3 Beoordelingscriteria en onderwaterleven

Onderwaterleven		

7.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

7.4.1 Benthos

Het benthos omvat de bodemfauna van de zee en bestaat uit een diverse gemeenschap van soorten met een mobiele (bijv. krabben, garnalen, wormen en zeesterren) of vastzittende (bijv. anemonen en zakpijpen) levenswijze. In de Noordzee wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen benthosgemeenschappen op hard substraat (zowel van nature voorkomende harde substraten als kunstmatige harde substraten) en zacht substraat (zachte bodems bestaande uit bijv. zand, slib, klei of veen). Soorten hebben uiteenlopende groottes en foerageerstrategieën; zo zijn er filter feeders, roofdieren en aaseters. Typerend in het benthos van de Noordzee is het voorkomen van 'biogene riffen'. Dit zijn soorten die plaatselijk zeer talrijk aanwezig zijn, een habitat op zichzelf vormen en een belangrijke schakel zijn in de voedselketen van de Noordzee. Voorbeelden hiervan zijn schelpdierbanken van mosselen en oesters en banken van schelp- en zandkokerwormen.

Het benthos van de Noordzee is soortenrijk en vertoont een zeer sterke regionale variatie. Voor Nederland wordt doorgaans gesproken over de benthosgemeenschap van het NCP. De meest soortenrijke benthosgemeenschappen van het NCP bevinden zich op de Doggersbank, de Oestergronden en het Friese Front (Craeymeersch et al. 2008; Daan et al. 2009). In het plangebied wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door grofzand. Het benthos wordt hier gedomineerd door bodemdieren met een gravende levenswijze geassocieerd aan zachte substraten zoals wormen en schelpdieren. In paragraaf 7.3 van Bijlage 4 is de huidige situatie van benthos in en nabij het plangebied nader beschreven.

Eén van de milieudoelen van de KRM is het streven naar de terugkeer en herstel van biogene riffen, waaronder platte oesterbanken. Biogene riffen, zoals ook zandkokerworm (Sabellaria)-banken en platte oesterriffen, worden mogelijk in de toekomst actief beschermd onder de KRM. In de geactualiseerde Mariene Strategie zijn verschillende beleidsvoornemens geformuleerd, waarbij de Nederlandse overheid inzet op een terugkeer en herstel van biogene riffen in de Noordzee. Biogene rifbouwers (zandkokerworm, platte oester) staan namelijk ook op de lijst van bedreigde en/of achteruitgaande soorten en habitats van OSPAR. Naast biogene riffen zijn ook de noordkromp en de purperslak opgenomen in de OSPAR-lijst.

Aanwezigheid beschermde soorten en biogene riffen

Binnen kavel I Nederwiek (zuid) zijn nog geen gegevens beschikbaar van de benthos bemonstering die in 2023 binnen dit gebied heeft plaatsgevonden. Deze data is nog niet beschikbaar. Wel ligt er één lange termijn benthos boxcore meetpunt binnen het gebied (MWTL). Deze liet een dominantie aan wormen en kleine kreeftachtigen zien. Bij benthosbemonsteringen nabij het plangebied bleken de zeeklit, zaagje en verschillende soorten slangensterren veel voor te komen, net als kreeftachtigen en wormen zoals Urothoe poseidonis en Nephtys cirrosa.

Het is de verwachting dat er binnen de Natura 2000-gebieden in de Noordzeetwee keer zoveel soorten voorkomen als binnen kavel I Nederwiek (zuid). Zo staan de Doggersbank en het Friese Front bekend om hun rijkdom van benthossoorten. De nabij kavel I Nederwiek (zuid) gelegen Bruine Bank heeft daarnaast een afwijkende dominante soortensamenstelling ten opzichte van de andere bemonsterde gebieden in het

kader van MWTL⁵³ (Verduin et al. 2020). Op basis van habitatovereenkomsten en nabijheid (de Bruine Bank ligt op ca. 15 km afstand van kavel I Nederwiek (zuid)) is de benthosgemeenschap in het plangebied van kavel I Nederwiek (zuid) zeer waarschijnlijk vergelijkbaar met de gemeenschappen zoals die voorkomen op de Bruine Bank.

Wel zijn er Sabellaria-banken aangetroffen op de Bruine Bank. Tevens zijn er in 2023 Sabellaria-banken waargenomen in het nabijgelegen kavel IJmuiden Ver Alpha (ca. 15 km). Vanwege de nabijheid van de Sabellaria-banken bij de Bruine Bank en binnen IJmuiden Ver Alpha, en het vergelijkbare habitat in kavel I Nederwiek (zuid), bestaat een redelijke kans dat deze ook hier aanwezig zijn (zie ook bijlage 4 paragraaf 7.3.3). Deze Sabellaria-banken zijn aangemerkt als OSPAR-habitat (en opgenomen in KRM). Naar verwachting komen er verder geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR-lijst van bedreigde en/of afnemende soorten (Bos et al. 2016) zoals de noordkromp, purperslak en platte oester.

7.4.2 Vissen

In de gehele Noordzee zijn 266 vissoorten waargenomen die potentieel deel uitmaken van de Noordzee-visgemeenschap, exclusief obligate zoetwatersoorten die incidenteel in estuaria aangetroffen worden (Daan, 2005). Van deze vissoorten komen er 138 voor op het NCP (Bos et al. 2016). In de visgemeenschap van de Noordzee kan onderscheid gemaakt worden tussen soorten met een pelagische (in de waterkolom) levenswijze (zoals haring en kabeljauw) en soorten met een demersale levenswijze (bijv. platvissen en grondels). Voor de verspreiding van demersale vissen geldt dat de hoogste aantallen gevonden worden gevonden in diep water, met bodems bestaande uit grof sediment. Pelagische vissen zijn talrijker langs de kust en in het noordelijke deel van het NCP. Daarnaast zijn de trekvis in grotere dichtheden aanwezig nabij de riviermondingen. In paragraaf 7.2 van Bijlage 4 is de huidige situatie van vissen relevant voor het plangebied nader beschreven.

Binnen het plangebied kavel I Nederwiek (zuid) zijn nog geen specifieke onderzoeken uitgevoerd naar de aanwezige visgemeenschappen. Wel is er data van gestandaardiseerde visbemonsteringen uit de omgeving beschikbaar, waar informatie aan ontleend kan worden. Ook binnen het MWTL-bemonsteringsprogramma worden visdata ingewonnen. Zo is bij het bodemschaven ook de visvangst geregistreerd, al is deze methodiek niet specifiek ontwikkeld op het bemonsteren van vis. Voor dit MER is de data gebruikt van negen monsterlocaties op de Bruine Bank die zijn bemonsterd in 2019 en 2021. De monsterpunten op de Bruine Bank liggen dicht bij het plangebied en gezien de overeenkomsten in habitat is het aannemelijk dat er grote gelijkenissen zijn in het voorkomende onderwaterleven.

In het huidige plangebied zal de populatie vissen voornamelijk bestaan uit pelagische vissoorten zoals sprong, haring en horsmakreel. Deze soorten fungeren als prooi voor hogere trofische niveaus zoals zeevogels en zeezoogdieren. Ook bodemvissen zoals zandspiering en verschillende soorten platvissen komen hier veelvuldig voor, evenals migrerende soorten zoals de, in de KRM opgenomen, Europese aal. Bij monitoring op de Bruine Bank behoorden de zandspiering, schurftvis, dwergtong, horsmakreel, sprong en wijting tot de meest talrijkste soorten, afhankelijk van de bemonsteringstechniek. Van de beschermde soorten (conform KRM/OSPAR en haaienactieplan) werden kabeljauw, gevleete rog en hondshaai gevangen. Het is daarmee aannemelijk dat in het plangebied voor Nederland relevante soorten

⁵³ Voor het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) zijn in de zoete en zoute Nederlandse rijkswateren een morfologisch, waterkwantiteit, chemisch, biologisch (inclusief zwemwater) en een afval meetnet ingericht. De data van het MWTL-monitoringsprogramma worden gebruikt voor operationeel waterbeheer, bepalen trends, toetsing aan normen en het leveren van nationale en internationale rapportages.

voorkomen die beschermd zijn krachtens de OSPAR-lijst van bedreigde en/of afnemende soorten (Bos et al. 2016).

Viseieren en -larven

Viseieren en larven worden het hele jaar door aangetroffen in de wateren van het NCP, maar in het zuidelijk deel van de Noordzee worden de hoogste aantallen eieren gevonden van januari tot mei, en de hoogste aantallen vislarven van april tot en met juni (van Damme et al. 2011). De anadrome vissoort Atlantische steur (*Acipenser sturio*), beschermd conform de soortenbeschermingsbepalingen van de Omgevingswet, komt in zeer lage getallen voor in open zee waar ze nabij de bodem leven.

7.4.3 Zeezoogdieren

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in kavel I Nederwiek (zuid) effect heeft op zeezoogdieren, is het nodig om te weten welke soorten er gedurende het jaar voorkomen, en in welke dichtheden. Voor een kwantitatieve inschatting van effecten is gebruik gemaakt van de meest recent beschikbare telgegevens van bruinvissen, gewone en grijze zeehonden. Deze gegevens zijn gebruikt als invoer in de geluidsberekeningen die de effecten (het aantal dierverstoringsdagen) per soort bepaalt. Dit wordt volgens de methode uit het KEC 4.0 gedaan zodat ze vergeleken kunnen worden met de daarin berekende waarden. De cumulatieve effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren worden in paragraaf 7.7.3 getoetst aan de ecologische (werk)norm⁵⁴.

Soorten en beschermingsregime

Tijdens de aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark treden mogelijk effecten op het gedrag en de conditie van zeezoogdieren of hun leefomgeving in de Noordzee op. Het gaat daarbij voornamelijk om bruinvissen, gewone zeehonden en grijze zeehonden. Andere soorten zeezoogdieren trekken zelden en onregelmatig door de Nederlandse wateren (zie bijvoorbeeld: Geelhoed SCV & T. van Polanen Petel, 2011) omdat het zwaartepunt van hun leefgebied elders ligt. Dit is het geval bij de witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*lge). Omdat de aanwezigheid van deze soorten in het plangebied dermate incidenteel is, kan op voorhand uitgesloten worden dat een windpark significante effecten heeft op deze populaties. Deze soorten worden daarom niet verder behandeld.

De bruinvis is beschermd onder verschillende conventies en verdragen, zoals de Conventie van Bern en de Conventie van Bonn en is gekwalificeerd als beschermde soort onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en IV). Op basis van beschikbare informatie over de specifieke ecologische functie voor de bruinvis kan geen onderscheid gemaakt worden ten aanzien van het belang van afzonderlijke gebieden enerzijds en de rest van de Noordzee anderzijds. Bescherming van de sterk mobiele soort in een specifiek gebied is daarom niet geëigend, maar moet aansluiten bij de relevante ecologische schaal van het voorkomen van de populatie bruinvissen (het zuidelijke deel van de Noordzee, zie ook KEC 4.0).

De gewone en grijze zeehond zijn gekwalificeerd als beschermde soorten onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en V).

⁵⁴ Door de aanleg van windparken op zee moeten de populaties van gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang blijven (ofwel: de kans dat de populatiereductie meer dan 5% bedraagt mag niet groter zijn dan 5% zijn)

Bruinvis

Habitat

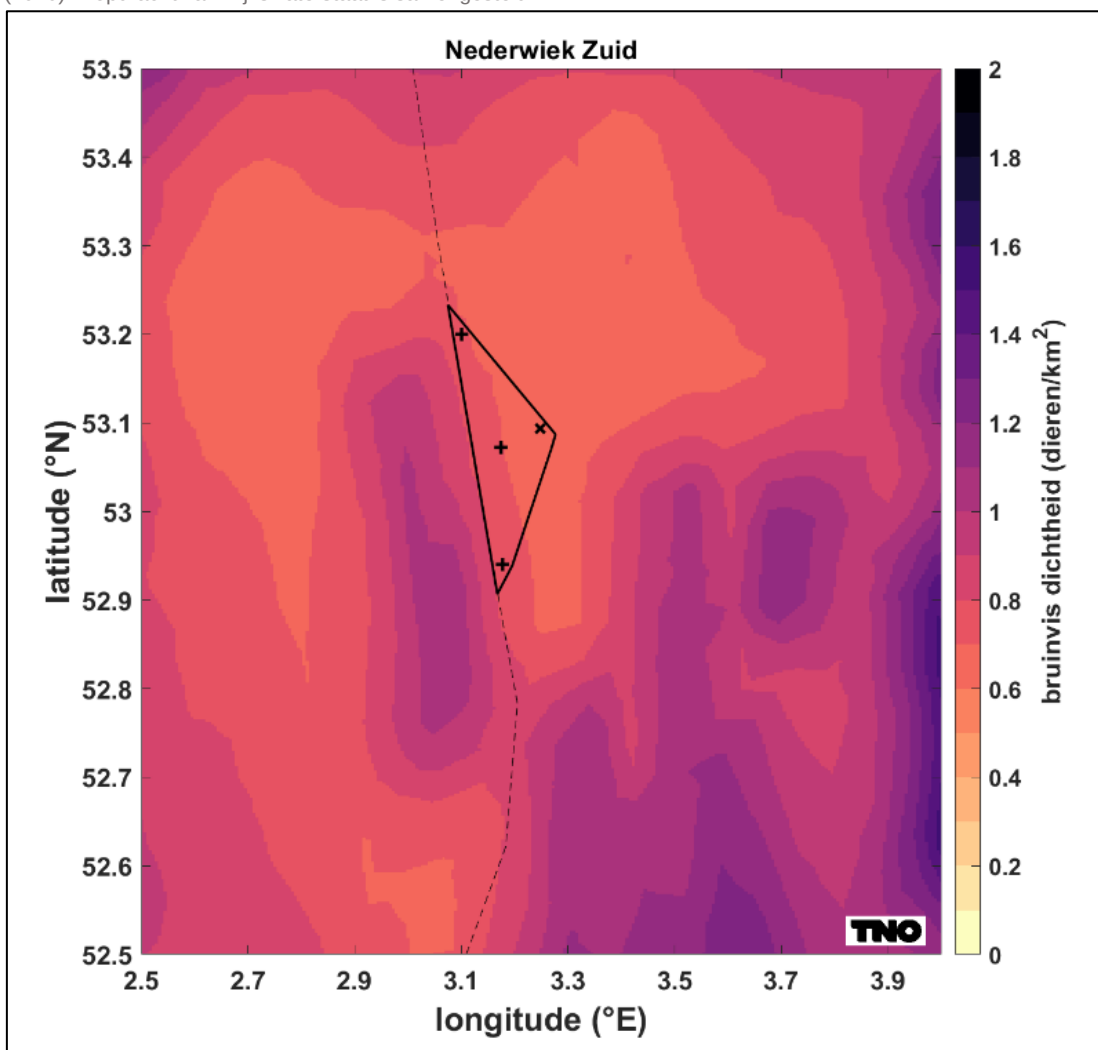
Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (*Phocoena phocoena*) de enige soort die met grote regelmaat in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. De bruinvis is vooral een soort van het relatief ondiepe water van kustzeeën (zoals het NCP) en estuaria, maar wordt ook wel verder van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter (Goodson 1996, Read 1997). Ze zijn het talrijkst in relatief ondiepe kustwateren en foerageren vaak op de zeebodem. Ze eten verschillende soorten pelagische en demersale vis, maar ook inktvis, schaaldieren en borstelwormen (Camphuysen & Siemensma, 2011). Bij de jacht maken ze gebruik van echolocatie. De bruinvis leeft incidenteel in groepen van meer dan 100 dieren, maar meestal in losse verbanden. Onderzoek (Jansen, 2013) heeft uitgewezen dat verreweg het grootste aandeel van het dieet van bruinvissen uit pelagische en schoolvormende vissoorten bestaat.

Aantallen en verspreiding

In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen voorkomend in de Nederlandse kustzone, vanaf ongeveer 1940 werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich weer vrij algemeen voor onze kust op. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt. Latere studies laten deze toename nog duidelijker zien (deze toename wordt ook bevestigd door de waarnemingen van Geelhoed et al., 2010-2019).

Voor bruinvissen is de lokale dichtheid afgeleid van de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld. Het betreft een update van de kaart voor de zomerdichtheid van bruinvissen van Gilles et al. (2016), aangevuld met gegevens van de 2016 SCAN-III survey en jaarlijkse zomertellingen uit België, Nederland (door WMR), Duitsland en Denemarken over de periode 2014 – 2019. Vanwege het ontbreken van actuele kaarten voor de overige seizoenen, is er voor deze studie, net zoals in Heinis & de Jong et al. (2022) van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt. In Figuur 7.1 is de dichtheid van bruinvissen in het aantal dieren per vierkante kilometer in en rond het windenergiegebied Nederwiek (zuid) weergegeven. In bijlage 5 van het MER is een nadere analyse gegeven van de verspreiding tussen de verschillende seizoenen.

Figuur 7.1 Lokale bruinvis (purpoise) dichtheid in en rond kavel I Nederwiek (zuid), uit de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld.



Zeehonden

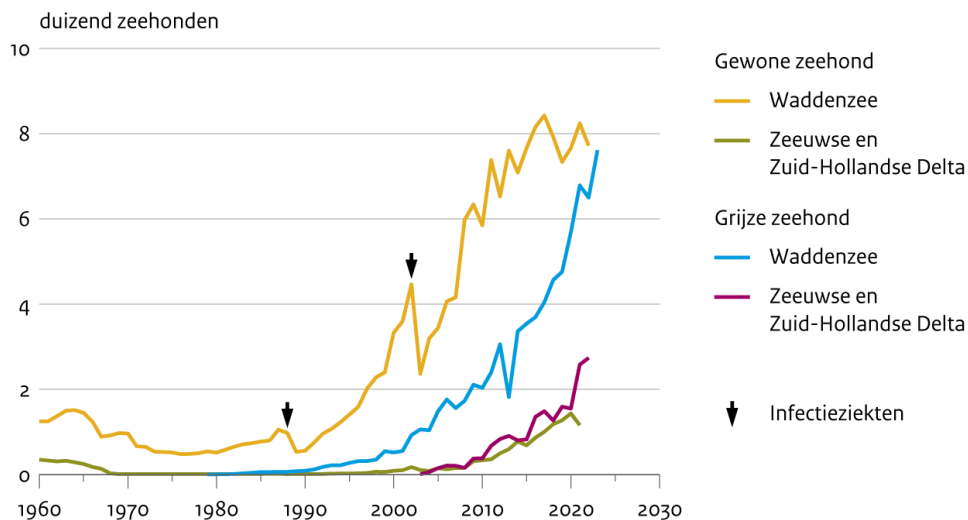
Habitat

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 II en V 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 de populatie liet krimpen. Figuur 7.2 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. De (landelijke) Staat van Instandhouding voor de gewone zeehond en de grijze zeehond is matig⁵⁵.

Figuur 7.2 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: compendiumvoordeleefomgeving.nl, oktober 2023).

⁵⁵ Compendium voor de leefomgeving

Aantal zeehonden



Bron: Wageningen Marine Research; Delta Projectmanagement
in opdracht van RWS/Provincie Zeeland

WUR/okt23
www.clo.nl/nl123120

Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en zijn de aantallen toegenomen. Het Waddengebied, en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta zijn de belangrijkste leefgebieden voor gewone en grijze zeehonden in Nederland. In 2021 zijn hier circa 18 duizend zeehonden geteld, een toename van ongeveer 8% ten opzichte van het jaar ervoor.

Aantallen en verspreiding

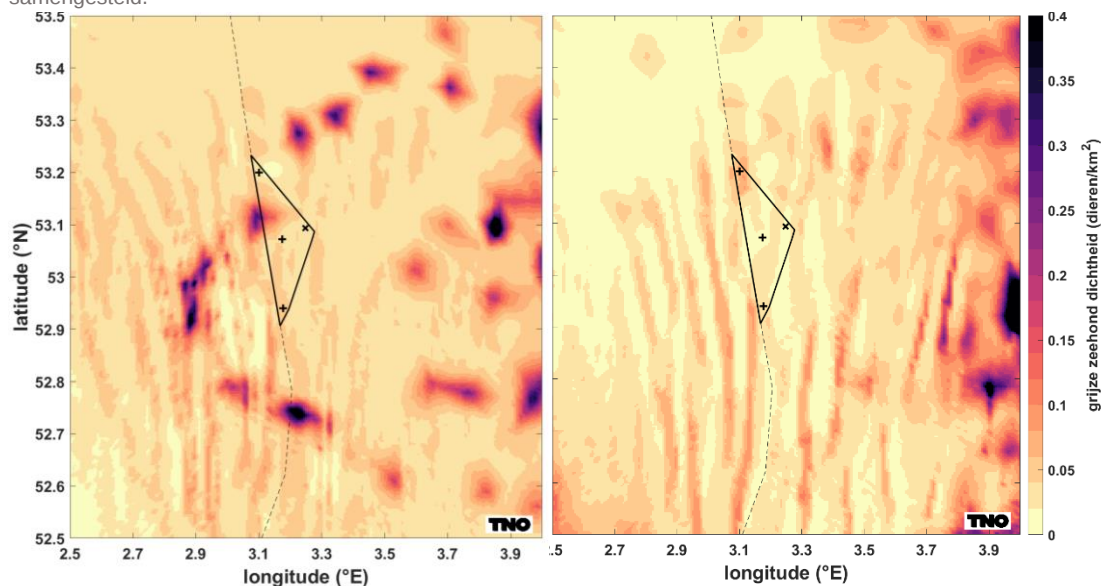
Voor de verspreiding van de gewone zeehond over de Noordzee is uitgegaan van dichtheidskaarten (zie Figuur 7.3) die voor het KEC 4.0 zijn samengesteld (Aarts et al., 2021). Hierin is op basis van alle beschikbare zendergegevens voor elke maand de dichtheid van de gewone en grijze zeehonden gemodelleerd als het aantal te verwachte dieren per km².

Op grond van de door Aarts et al. (2021) geproduceerde kaarten kunnen seizoen verschillen voor gewone en grijze zeehonden wel worden meegenomen, omdat zij voor elke maand een Noordzee dekkende kaart hebben gemaakt. Voor de berekeningen van het aantal dierverstoringsdagen is uitgegaan van de over de maanden gemiddelde dichtheid rond de heillocatie. In Tabel 7.4 is de jaarlijkse variatie in de per kwartaal gemiddelde dichtheid in het windenergiegebied weergegeven.

Tabel 7.4 Jaarlijkse variatie in de dichtheid van gewone en grijze zeehonden in het windenergiegebied Nederwiek zuid (gemiddelden per kwartaal).

n / km ²	jan - mrt	apr - jun	jul - sep	okt - dec
gewone zeehond	0,022	0,049	0,092	0,062
grijze zeehond	0,024	0,026	0,033	0,029

Figuur 7.3 Jaargemiddelde lokale dichtheid van gewone zeehonden (links) en grijze zeehonden (rechts) in en rond het windenergiegebied Nederwiek (zuid), uit de kaarten die door Aarts et al. (2021) in opdracht van Rijkswaterstaat zijn samengesteld.



7.5 Effectbeoordeling

Deze paragraaf geeft de effectbeoordeling van de onderzochte effecten op onderwaterleven door de aanleg, exploitatie, en verwijdering van het windpark in kavel I Nederwiek (zuid). In bijlage 4 is de achtergrondrapportage met uitgebreide effectbeschrijving voor benthos en vissen (inclusief viseieren en vislarven) opgenomen. In bijlage 5 is de achtergrondrapportage (onderwater)geluid en trillingen opgenomen met uitgebreide effectbeschrijving voor zeezoogdieren.

7.5.1 Benthos

Op basis van bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op benthospopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Hieronder wordt een schatting gemaakt van de effecten van de zes alternatieven van windparkontwikkeling in kavel I Nederwiek (zuid). In Tabel 7.5 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Geen van de hier behandelde soorten heeft een instandhoudingsdoelstelling voor Natura 2000-gebieden. Effecten in het kader van Natura 2000-doelen zijn daarmee uitgesloten.

Alternatieven 1a, 1b en 1c worden samen beoordeeld, evenals 2a, 2b en 2c, vanwege het relatief kleine verschil tussen deze alternatieven en de inzet van hetzelfde turbinetype.

Tabel 7.5 Effectbeoordeling van de alternatieven van windenergiegebied kavel I Nederwiek (zuid) op bodemdieren

Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0/+
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0

Aanlegfase

Geluidstrillingen door heiwerkzaamheden

Data over effecten ten gevolge van heigeluiden op benthos zijn maar zeer beperkt beschikbaar. Bij enkele benthossoorten (tweekleppigen, schelpkokerwormen en kreeftachtigen) is een tijdelijke gedragsverandering aangetoond tijdens blootstelling aan geluid. Bij monitoring van OWEZ en PAWP zijn geen veranderingen in de benthosgemeenschap vastgesteld tussen de fase voor en na constructie die op grote schade duiden als gevolg van de constructie. Daarnaast zijn er geen significante verschillen aangetoond tussen de benthosgemeenschap binnen en buiten het park. Negatieve effecten ten gevolge van geluidseffecten van heiwerkzaamheden op benthos worden als neutraal beoordeeld vanwege de relatief korte duur aan geluidsblootstelling en de beperkte aanwijzing dat dit schade toebrengt aan benthossoorten (effectbeoordeling: 0).

Vertroebeling door bodemberoerende activiteiten

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom, al is dit in beperkte omvang en duur. Verschillende studies tonen aan dat typerende bodemsoorten zoals Amerikaanse zwaardschede robuust zijn tegen deze verstoring. Schelpdieren in dit deel van de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). Daarbij ligt het plangebied in een zandig gebied waardoor de vertroebeling maar zeer beperkt blijft. De effecten van vertroebeling worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Habitatdestructie door bodemberoerende activiteiten

Er zijn weinig onderbouwde meetreeksen waarbij effecten van de aanleg van een windpark op zee op benthos is gekwantificeerd. Tijdens de bodemberoerende activiteiten tijdens constructiefase wordt een beperkt areaal zachte (zand)bodem vervangen door een harde bodemstructuur van de windturbinezulen en erosiebescherming. Ook worden er kabels in de zeebodem gelegd. De bodemfauna die op deze locaties aanwezig is, zal hierbij vernietigd worden. Het type fundering bepaalt het impactgebied. Het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden in het plangebied is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei, en zijn soorten die door OSPAR zijn aangemerkt als bedreigd en/of afnemend niet waargenomen in het plangebied (en opgenomen in KRM). Dit geldt echter niet voor Sabellaria-banken, een kritisch OSPAR habitat waarvan het aannemelijk is dat deze in het plangebied aanwezig is. Deze rifvormende soort kan door het plaatsen van turbinefunderingen, erosiebescherming en

kabels op deze plekken worden vernietigd. Daarnaast zullen enkele langlevende soorten, zoals de wulk (*Buccinum undatum*) meer moeite hebben om terug te keren (zie bijlage 4, paragraaf 4.2.1). Echter het is zeer aannemelijk dat in de huidige situatie de (grotere) Sabellaria-banken zich door de bodemberoerende visserij beperkt ontwikkeld hebben. Door het mogelijk negatieve effect op Sabellaria-banken wordt het effect van habitatdestructie licht negatief beoordeeld voor alle alternatieven (effectbeoordeling: 0/-). Ondanks dat er in alternatief 1c 53 turbines meer worden geplaatst dan in alternatief 2a leidt dit niet hier tot een onderscheidende beoordeling. Ook de verschillen in oppervlak dat de verschillende funderingstypes op de zeebodem beslaan leidt niet tot een onderscheidende beoordeling.

Exploitatiefase

Aanwezigheid hard substraat

Tijdens de operationele fase zijn geen negatieve effecten op benthos te verwachten maar juist een licht positief effect (effectbeoordeling: +/-0). De windturbinepalen en erosiebescherming zullen naar alle waarschijnlijkheid gekoloniseerd worden door een nieuwe gemeenschap van benthos. Sommige soorten komen nu al voor in het Nederwiek (zuid), maar andere soorten zijn typerend voor hard substraat. De totale soortdiversiteit van het benthos zal hiermee waarschijnlijk toenemen. Ook kan de introductie van hard substraat kansen bieden voor de ontwikkeling van, of uitbereiding, van Sabellaria-banken.

Verbod bodemberoerende visserij

Bodemberoerende visserij in het plangebied wordt uitgesloten. In theorie zal het mogelijk een marginaal positief effect (effectbeoordeling: +/-0) hebben op de zacht substraat benthos gemeenschap. Uitsluiting van bodemberoerende visserij kan daarnaast de ontwikkelingen van Sabellaria-banken bevorderen.

EMV door de infield kabels

Hoewel het duidelijk is dat bodemdieren magnetische velden kunnen detecteren en erop reageren, is er tot nu toe onvoldoende empirisch bewijs om een significant schadelijk biologisch effect te ontdekken. Binnen kavel I Nederwiek (zuid) zullen er ca. 350 km aan infield kabels worden gelegd waarbij alleen effecten worden verwacht in de directe nabijheid van de kabels. Het effect van elektromagnetische velden wordt als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-), omdat het beperkte effect wel langs een relatief hoog aantal km kabel ontstaat en de precieze omvang van het effect nog niet geheel duidelijk is.

Verwijderingsfase

Verwijdering harde substraten

Tijdens de verwijderingsfase zullen de benthosgemeenschappen die zich op de windturbinefunderingen en erosiebescherming (hard substraat) hebben ontwikkeld weer verloren gaan. Ten opzichte van huidige situatie wordt dit effect neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Ten opzichte van de situatie tijdens de exploitatie is dit effect wel negatief.

Geluidstrillingen

Bij de verwijdering is het de verwachting dat er geen geluidspulsen aan de orde zijn zoals tijdens de aanleg. Echter, specificaties van de verwijdering zijn nu nog niet vastgesteld. De effecten van het geluid dat vrijkomt tijdens de verwijdering wordt voor nu gelijk beoordeeld als tijdens de aanlegfase, namelijk neutraal (effectbeoordeling: 0). Er zijn geen blijvende effecten verwacht.

7.5.2 Vissen

Op basis van bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op vispopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Hieronder wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in kavel I Nederwiek (zuid). Tabel 7.6 geeft een samenvatting van de effectbeoordeling voor de zes alternatieven. Er zijn geen vissoorten aangewezen voor het nabijgelegen Natura 2000-gebied Bruine Bank dat in de invloedssfeer van kavel I Nederwiek (zuid) ligt. Ook voor Natura 2000-gebieden Klaverbank en Friese Front zijn geen vissoorten aangewezen als habitatrichtlijnsoort, al zijn enkele vissen aangewezen als typische soorten voor het habitattypen riffen (H1170). Effecten op vissoorten met een instandhoudingsdoelstelling zijn daarmee uitgesloten.

Alternatieven 1a, 1b en 1c worden samen beoordeeld, evenals 2a, 2b en 2c, vanwege het relatief kleine verschil tussen deze alternatieven en de inzet van hetzelfde turbinetype.

Tabel 7.6 Effectbeoordeling van effecten op vissen van kavel I Nederwiek (zuid) kavel

	Effecten windpark		
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0/-	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Continu geluid	0	0
	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0/-	0/-

Aanlegfase

Geluidstrillingen door heiwerkzaamheden

Hoewel onderbouwde meetreeksen waarbij effecten op de visgemeenschap ten gevolge van de aanleg van een windpark op zee zeer schaars zijn, lijken de effecten op vis tijdens de constructiefase zeer beperkt. Experimentele studies naar geluidseffecten van heiwerkzaamheden op vissen en vislarven tonen geen duidelijke (blijvende) schade aan op vissen. Uitsluitend als de geluidsbron zich op zeer korte afstand bevindt kan in het ergste geval sterfte optreden. Vooralsnog zijn er geen wetenschappelijke veldstudies die (indirecte) vissterfte hebben aangetoond door heiwerkzaamheden. Er is echter een verschil tussen de geluidwaarneming van vissen met een gesloten en vissen met een open zwemblaas. Onderzoek naar vissen met een gesloten zwemblaas, die geluid beter kunnen waarnemen en het effect van particle motion, dat vissen gebruiken om de geluidsrichting te detecteren blijven nog onderbelicht. De effecten van (onderwater)geluid tijdens de aanleg van funderingen wordt als licht negatief beoordeeld voor alle alternatieven (effectbeoordeling: 0/-). Negatieve effecten van de trillingen zelf zijn niet aannemelijk.

Vertroebeling door bodemberoerende activiteiten

Bodemberoerende activiteiten tijdens de aanlegfase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Er zijn echter geen studies die duidelijk aantonen dat een dergelijke kleinschalige vertroebeling een nadelig effect heeft op vissen die in het plangebied voorkomen. Vissen in de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). Bovendien wordt de zeebodem in

het plangebied gekenmerkt door betrekkelijk hoge dynamiek met continu zandtransport. De effecten van vertroebeling op vissen worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Habitatdestructie door bodemberoerende activiteiten

Bodemberoering heeft ook een direct effect op aanwezige vissen in het gebied. De zachte bodemstructuur wordt bij de turbines vervangen door een harde bodemstructuur. Vissen met een sterk demersale levenswijze hebben doorgaans een minder mobiele levenswijze en verschuilen zich in de bodem of tussen ruimtelijke structuren op de zeebodem. In het geval deze structuren aanwezig zijn op de locaties waar de windturbinefunderingen, bestortingen en kabels worden geplaatst, kunnen de individuen geschaad of vernietigd worden. Het aandeel van de populatie van de relevante (OSPAR) soorten, zoals roggen, dat op deze wijze beïnvloed kan worden is echter zeer beperkt ten opzichte van de totale populatie in dit deel van de Noordzee. Daarbij zijn roggen mobiele soorten die zich snel kunnen verplaatsen. De effecten van habitatdestructie worden als licht negatief beoordeeld voor alle alternatieven (effectbeoordeling: 0/-).

Exploitatiefase

Continu geluid

Tijdens de exploitatiefase is er ook effect van continu geluid dat geproduceerd wordt door de draaiende wieken van de windmolens, de golven die tegen de turbine aan komen en scheepvaart. Er is tot op heden weinig onderzoek gedaan naar het effect van continu geluid op vissen. Uit onderzoeken blijkt bijvoorbeeld dat bij de zeebaars over tijd al vrij snel gewenning optreedt en er geen verschil in gedrag is waar te nemen en een andere studie laat juist een aantrekkende werking zien op de larven van kabeljauw (zie bijlage 4). Toekomstige monitoring moet uitwijzen wat het effect is op andere vissoorten. De effecten van continu onderwatergeluid op vissen wordt daarom vooralsnog als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Aanwezigheid hard substraat

De effecten van de turbinefunderingen en de erosiebescherming (hard substraat) worden licht positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+) omdat vissen die kunnen gebruiken als schuil- en foerageerhabitat, en als kraamkamer. Dit geldt ook voor de kraakbeenvissen. Er is aangetoond dat binnen een windpark de monopiles een aantrekkende werking hebben op de aanwezige vissen, zoals op kabeljauw. Ook is aangetoond dat vissen, waaronder schol, steenbolk, jonge kabeljauw en zeedonderpad de onderwaterstructuren intensief en gedurende langere tijd als voedselgronden gebruiken.

Verbod bodemberoerende visserij

Het verbod op bodemberoerende visserij zou mogelijk een klein positief effect kunnen hebben op specifieke vissoorten (zoals de kabeljauw) in het gebied. Echter, de effecten ervan worden als neutraal beoordeeld omdat ze ondanks het vermoeden nog niet wetenschappelijk kunnen worden aangetoond voor de algemene visgemeenschap (effectbeoordeling: 0)⁵⁶.

Elektromagnetische velden

Verschillende soorten vissen kunnen elektrische en magnetische velden 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, leven

⁵⁶ Vooralsnog lieten demersale en pelagische vismonitoringen in de windparken OWEZ en PAWP suggereren dat het effect van de aanwezigheid van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen significante verschillen aantoonbaar tussen vispopulaties voor, één en vijf jaar na de aanleg van OWEZ of vijf jaar na de aanleg van PAWP. In een Belgisch windpark is voor schol wel aangetoond dat meer werd gevangen binnen het park dan daarbuiten, en getagde individuen na paring terug leken te komen naar het windpark.

op de bodem. Voor bodemvissen 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). Recente studies (Snoek et al. 2016, Hutchison et al. 2021b, Hermans & Schilt 2022, 2024, Durif et al. 2023, Hermans et al. 2024) naar effecten van elektromagnetische velden in de Noordzee hebben uitgewezen dat:

- Kabels van windturbines magnetische velden (MV) en geïnduceerde elektrisch velden (iEV) creëren. Het elektrische veld (EV) wordt door de mantel afgeschermd en is daarmee beperkt waarneembaar voor soorten.
- Het magnetische veld van een inter-array kabel strekt zich meestal enkele meters uit. Deze kabels worden niet standaard ingegraven in de zeebodem, maar soms wel om technische schade te voorkomen. Bij dieper leggen van een infield-kabel reikt het magnetisch veld minder ver.
- Export kabels met een impact zone van 5 nanotesla (nT) en hoger kan de EMV uitstralen tot 60 meter van de kleinere OWEZ kabels.
- Effectstudies van MV en iEV, geïnduceerd door windturbines, op Noordzeefauna zijn schaars. Studies naar de effecten van MV en iEF werken namelijk vaak met veldsterktes die afwijken van de te verwachten sterktes bij windturbinekabels.
- Het EMV van een windturbinekabel valt binnen het waarneembare gebied van onder andere bodemvissen en haaien. Haaien kunnen de kabels op een afstand van enkele tientallen meters waarnemen.
- Er is zodoende overlap tussen de kabelroutes en leefgebied van voor EMV-gevoelige soorten.

Veldstudies lieten tot dusverre geen barrièrewerking (vermijding van het gebied) zien van windturbinekabels door EMV, maar wel werd aangetoond dat het gedrag van vissen kan veranderen bij de windturbinekabels (Westerberg & Lagenfelt 2008, Gill & Desender 2020, Copping et al. 2021).

Gedragsverandering, al dan niet tijdelijk, kan wel schadelijk zijn voor een soort (bijvoorbeeld door energieverlies), maar onderzoeksresultaten hierover zijn nog niet beschikbaar. Binnen kavel I Nederwiek (zuid) zullen inter-array kabel worden gelegd, die niet per definitie ingegraven worden. Effecten, indien aanwezig, worden verwacht in de nabije omgeving van de kabels.

Uit veldstudies blijkt dat veel mariene organismen EMV kunnen detecteren en erop reageren. Dit kan leiden tot gedragsveranderingen, zoals een toename of afname van de bewegingssnelheid, of een aantrekkende of afstotende werking) (Naisbett-Jones et al 2017, Gill & Desender 2020, Hutchinson et al. 2020, Copping et al. 2021, Albert et al. 2022a). In experimentele laboratoriumstudies waarbij sterkere EMV velden gebruikt zijn die van windparkkabels zijn wel schadelijke effecten op vissen aangetoond, zoals aangetaste viseieren, cel afwijkingen en afname van enzymactiviteit (Copping et al. 2021). Echter, deze effecten zijn niet aangetoond in veldstudies met daar aanwezige zwakkere EMV velden.

EMV kunnen een hindernis vormen voor migrerende soorten die zich oriënteren aan de hand van het aardmagnetisch veld. Hiervoor zijn nog geen bewijzen gevonden, maar een studie liet wel zien dat de zwemsnelheid van Europese aal afnam bij een 130 kV AC kabel (Öhman et al. 2007, Westerberg et al. 2007, Westerberg & Lagenfelt 2008, Hermans & Schilt 2022). Andere veldstudies in de VS toonden aan dat een roggensoort en twee soorten trekvis de kabels van windparken niet vermijden en er gewoon overheen zwemmen (Gill & Desender 2020, Copping et al. 2021).

De huidige wetenschappelijke literatuur geeft onvoldoende bewijs om een significant schadelijk effect van EMV op mariene organismen te suggereren of uit te sluiten. Er is meer onderzoek nodig om de langetermijneffecten van blootstelling aan EMV op mariene organismen beter te begrijpen. Gezien de huidige kennis wordt het effect van elektromagnetische velden als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal dit harde substraat zich tijdens de operationele fase van het park als habitatype hebben ontwikkeld voor vissen. Soorten die het habitatype als schuilplaats en/of leefgebied gebruiken (soorten met een demersale levenswijze) kunnen hierbij direct geschaad en/of vernietigd worden. Verder zijn de effecten vergelijkbaar met de aanlegfase. Daarnaast zullen andere vissoorten die foerageren rondom de windturbines blootgesteld worden aan een lager voedselaanbod en verhoogde predatiedruk, zeker wanneer het visserijverbod wordt opgeheven. Ten opzichte van huidige situatie wordt dit effect neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Ten opzichte van de situatie tijdens de exploitatie is dit effect wel negatief. Het effect van geluid(trillingen) tijdens de verwijdering wordt licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-), gelijk aan de effecten tijdens de aanleg. Er zijn geen blijvende effecten verwacht.

7.5.3 Zeezoogdieren

In deze paragraaf wordt inzicht gegeven in de effecten op zeezoogdieren door de komst van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid). Op basis van bestaande kennis wordt verondersteld dat een negatief effect op de (gunstige) staat van instandhouding van de populaties zeezoogdieren niet op voorhand kan worden uitgesloten door het simpelweg toepassen van een geluidsnorm. De geluidsberekeningen berekenen daarom de effecten van heiwerkzaamheden die gelimiteerd zijn door de toepassing van verschillende geluidsnormen. Tabel 7.7 geeft de scores van de effectbeoordeling voor de onderzochte alternatieven daarna volgt een beschrijving van de beoordeling per fase.

De cumulatieve effecten op zeezoogdieren door impulsief geluid zijn beschreven in paragraaf 7.7.

Tabel 7.7 Effectscores voor zeezoogdieren bij geluidsnorm 160 dB

Dierversoringsdagen (impulsief geluid):	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Bruinvissen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond						
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0

Aanlegfase

Tijdens de aanleg van het windpark treden effecten op door het onderwatergeluid dat ontstaat bij hei-activiteiten. Deze effecten kunnen tot verstoring in het gedrag of fysieke aantasting van bruinvissen en zeehonden leiden.

Hieronder staan in Tabel 7.8 en Tabel 7.9 de resultaten van de geluidsberekeningen van HWE (bijlage 5) voor respectievelijk bruinvissen en zeehonden. Bij de berekeningen is uitgegaan van een geluidsnorm van 160 dB en dat een 'soft start procedure'⁵⁷ wordt toegepast. De resultaten laten per soort en alternatief het aantal dierverstoringsdagen zien (als gemiddelde waarde met een standaarddeviatie) dat optreedt als gevolg van de turbine heiwerkzaamheden tijdens de aanleg. De waarden van het aantal dierverstoringsdagen die in het KEC 4.0 zijn berekend voor kavel I Nederwiek (zuid) zijn:

- 57.500 dierverstoringsdagen voor bruinvissen
- 5.230 dierverstoringsdagen voor gewone zeehonden
- 3.030 dierverstoringsdagen voor grijze zeehonden

Zolang dit 'budget aan dierverstoringsdagen' tijdens de aanleg niet wordt overschreden wordt automatisch voldaan aan de geldende beschermingsregimes en daarmee ook de ecologische norm dat door de aanleg van windparken op zee de populaties van bruinvissen, gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang blijven.

Uit de resultaten blijkt dat het aantal dierverstoringsdagen onder bruinvissen in alternatief 1a, 1b en 1c hoger is dan het berekende aantal in KEC 4.0 (zie Tabel 7.8). Voor deze overplantingsalternatieven zijn bijna 1.000 tot 2.000 meer dierverstoringsdagen onder bruinvissen berekend dan voor deze locatie in het KEC 4.0.

In paragraaf 7.7.3 is beoordeeld of er in cumulatie met de aanleg van windparken in de periode 2016-2030 sprake is van een overschrijding van de ecologische norm⁵⁸ en significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP zijn uit te sluiten. Voor de overige alternatieven kan wel worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 μ Pa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor bruinvissen op voorhand niet in het geding is. Voor de gewone zeehond en grijze zeehond geldt voor alle alternatieven dat het aantal dierverstoringsdagen uit KEC 4.0 niet wordt overschreden. Daarom kan worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 μ Pa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor zeehonden op voorhand niet in het geding is.

⁵⁷ De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

⁵⁸ De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de zeezoogdierenpopulaties zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat de populaties op het NCP op minimaal 95% van omvang blijft zonder aanleg van windparken.

Tabel 7.8 Schatting van de gevolgen van heien voor de constructie van windturbines in kavel I Nederwiek (zuid) voor bruinvissen. Afgerond aantal dierverstoringsdagen in 1000-tallen (afgerond gemiddelde $\pm$ standaarddeviatie) bij toepassing van een geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (750 m).⁵⁹

Verstoord oppervlak (km^2)	Monopaal: 630 $\pm$ 43			Monopaal: 586 $\pm$ 49 Tripod: 554 $\pm$ 52 Jacket: 551 $\pm$ 50		
Aantal verstoorde dieren	Monopaal: 488 $\pm$ 57			Monopaal: 454 $\pm$ 59 Tripod: 429 $\pm$ 59 Jacket: 427 $\pm$ 58		
Dierverstoringsdagen (max.)						
Monopaal	65,4 $\pm$ 0,7	68,4 $\pm$ 0,7	74,7 $\pm$ 0,7	45,4 $\pm$ 0,6	48,1 $\pm$ 0,6	52,2 $\pm$ 0,7
Tripod				42,9 $\pm$ 0,6	45,5 $\pm$ 0,6	49,4 $\pm$ 0,6
Jacket				42,7 $\pm$ 0,6	45,3 $\pm$ 0,6	49,1 $\pm$ 0,6
KEC 4.0 waarde	57,5					

⁵⁹ Het gebruikte funderingstype is bepalend voor het verstoord oppervlak (km^2) en het aantal verstoorde dieren daarbinnen en is niet afhankelijk van de hoeveelheid turbines die geplaatst worden. De hoeveelheid turbines is wel bepalend voor de duur van de verstoring en leidt daarom tot een verschil in het aantal dierverstoringsdagen tussen de alternatieven. Meer resultaten zijn te vinden in paragraaf 3 van Bijlage 5, waaronder het minimum en maximum aantal verstoorde zeehonden per dag tijdens verschillende seizoenen.

Tabel 7.9 Schatting van de gevolgen van heien voor de constructie van windturbines in kavel I Nederwiek (zuid) voor zeehonden. Aantal dierverstoringsdagen in 100-tallen (gemiddelde $\pm$ standaarddeviatie) bij toepassing van een geluidnorm van $SEL_{ss} = 160$ dB re 1 μPa^2s (750 m).⁵⁹

Verstoord oppervlak (km²)	Monopaal: 240 ± 12		Monopaal: 212 ± 16 Tripod: 195 ± 17 Jacket: 195 ± 16			
Gewone zeehonden						
Aantal verstoorde dieren	Monopaal: 11 ± 1		Monopaal: 10 ± 2 Tripod: 9 ± 2 Jacket: 9 ± 2			
Dierverstoringsdagen (max.)						
Monopaal	15,1 ± 0,1	15,8 ± 0,1	17,2 ± 0,2	10 ± 0,2	10,6 ± 0,2	11,5 ± 0,2
Tripod				9 ± 0,2	9,5 ± 0,2	10,4 ± 0,2
Jacket				9 ± 0,2	9,5 ± 0,2	10,4 ± 0,2
KEC 4.0 waarde herberekend*	52,3					
Grijze zeehonden						
Aantal verstoorde dieren	Monopaal: 7 ± 1		Monopaal: 6 ± 1 Tripod: 5 ± 1 Jacket: 5 ± 1			
Dierverstoringsdagen (max.)						
Monopaal	9 ± 0,1	9,5 ± 0,1	10,3 ± 0,1	6,3 ± 0,1	6,6 ± 0,1	7,2 ± 0,1
Tripod				5,3 ± 0,1	5,6 ± 0,1	6,0 ± 0,1
Jacket				5,3 ± 0,1	5,6 ± 0,1	6,0 ± 0,1
KEC 4.0 waarde herberekend*	30,3					

* Monopaalfundering met geluidnorm $SEL_{ss} = 168$ dB re 1 μPa^2s (750 m); de in het KEC 4.0 voor deze locatie gepresenteerde waarde is niet juist, omdat bij het berekenen van het effectieve verstoringsoppervlak onterecht is uitgegaan van M-gewogen geluid. De waarde is daarom opnieuw berekend (zie Bijlage 5).

De gedragseffecten op bruinvissen worden met een geluidsnorm van $SEL_{ss} = 160$ dB re 1 μPa^2s (750 m) tijdens de aanleg van alternatief 1a, 1b en 1c van kavel I Nederwiek (zuid) beoordeeld als negatief (effectbeoordeling: -). Door het grotere aantal 15 MW turbines in deze alternatieven overschrijdt het aantal dierverstoringsdagen de waarden voor bruinvissen uit het KEC 4.0. In alle overige alternatieven worden de effecten op bruinvissen, gewone en grijze zeehonden tijdens de aanleg beoordeeld als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-) omdat er wel verstoring optreedt ondanks dat het aantal dierverstoringsdagen de waarden uit het KEC 4.0 niet overschrijdt.

Het gebied waarbinnen zeezoogdieren fysiek aangetast kunnen worden (waar tijdelijke of permanente fysiologische effecten op gehoordrempel kunnen optreden) is zeer beperkt van omvang. Daarbij is het aannemelijk dat veel dieren dit gebied verlaten voordat de heiwerkzaamheden starten als gevolg van o.a. scheepsgeluid, voorbereidende werkzaamheden en een slow start. In het KEC 4.0 is ook gebleken dat een permanente verhoging van de gehoordrempel (PTS) uitgesloten kan worden bij toepassing van de geluidnorm SEL_{SS} (750m) = 168 dB re 1 μPa^2s of lager. Dit geldt dan automatisch ook voor toepassing van de lagere geluidsnorm van 160 of 164 dB die het uitgangspunt vormen in dit MER. Het aantal fysiek

aangetaste zeezoogdieren wordt daarom voor alle alternatieven van kavel I Nederwiek (zuid) beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

Toepassing geluidsnorm SEL_{ss} (750 m) = 164 dB re 1 μ Pa_{2s}

Voor bruinvissen zijn ook het aantal dierverstoringsdagen berekend met de geluidsnorm SEL_{ss} (750 m) = 164 dB re 1 μ Pa_{2s}. De resultaten in Tabel 7.10 laten zien dat deze ruimere geluidsnorm een toename van ruim 50% in het aantal dierverstoringsdagen voor bruinvissen tot gevolg heeft ten opzichte van SEL_{ss} = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} (750 m). Dit betekent dat alle alternatieven met 15 MW turbines (1a, 1b, 1c) en de alternatieven met 20 MW turbines (2a, 2b, 2c) de berekende waarden uit het KEC 4.0 ruimschoots overschrijden. In paragraaf 7.7.3 is beoordeeld of er in cumulatie met de aanleg van windparken in de periode 2016-2030 sprake is van een overschrijding van de ecologische norm⁶⁰ en significante effecten op de bruinvisspopulatie op het NCP zijn uit te sluiten.

Tabel 7.10 Gemiddelde ($\pm$ standaarddeviatie) van het aantal berekende bruinvisverstoringsdagen (1000-tallen) voor het heien van turbinefunderingen in kavel I Nederwiek (zuid). MP = monopaal; TP = tripodfundering, JT = jacketfundering.

164 dB	101 $\pm$ 1	105 $\pm$ 1	115 $\pm$ 1,1	MP: 70 $\pm$ 0,9 TP: 67 $\pm$ 0,9 JT: 66 $\pm$ 0,9	MP: 75 $\pm$ 0,9 TP: 71 $\pm$ 0,9 JT: 70 $\pm$ 0,9	MP: 81 $\pm$ 1 TP: 77 $\pm$ 1 JT: 76 $\pm$ 1
160 dB	65 $\pm$ 0,7	68 $\pm$ 0,7	75 $\pm$ 0,7	MP: 45 $\pm$ 0,6 TP: 43 $\pm$ 0,6 JT: 43 $\pm$ 0,6	MP: 48 $\pm$ 0,6 TP: 46 $\pm$ 0,6 JT: 45 $\pm$ 0,6	MP: 52 $\pm$ 0,6 TP: 49 $\pm$ 0,6 JT: 49 $\pm$ 0,6
KEC 4.0 waarde (160 dB)	58					

Voor zeehonden is in het KEC 4.0 is een scenario doorgerekend waarbij voor het gehele windenergiegebied Nederwiek (en de 10 GW extra geïnstalleerd vermogen van de 'versnelling') werd uitgegaan van een geluidsnorm van SEL_{ss} = 168 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750m. In dit scenario bleek de ecologische (werk)norm⁶¹ voor gewone en grijze zeehonden niet te worden overschreden. Bij toepassen van een lagere geluidsnorm van 160 dB of 164 dB zal dat dus ook niet gebeuren. Desalniettemin is in bijlage 5 ook een overzicht gegeven van en aantal dierverstoringsdagen onder zeehonden toepassing van SEL_{ss} = 164 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750m voor alle alternatieven. Ook hier geldt dat de ruimere geluidsnorm een toename van ruim 50% in het aantal dierverstoringsdagen voor zeehonden tot gevolg heeft ten opzichte van SEL_{ss} = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} (750 m). Voor zowel toepassing van 160 dB of 164 dB geldt dat de waarden uit KEC 4.0 ruimschoots niet wordt overschreden.

Grensoverschrijdende en externe effecten op N2000 gebieden

Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden in Nederland of in het buitenland (zie Figuur 7.4) waarin de verstoringscontour op basis van SEL_{ss} (750m) = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} is weergegeven. Het nabijgelegen Natura 2000-gebied

⁶⁰ De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de zeezoogdierenpopulaties zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat de populaties op het NCP op minimaal 95% van omvang blijft zonder aanleg van windparken.

⁶¹ Door de aanleg van windparken op zee moeten de populaties van gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang blijven (ofwel: de kans dat de populatiereductie meer dan 5% bedraagt mag niet groter zijn dan 5% zijn)

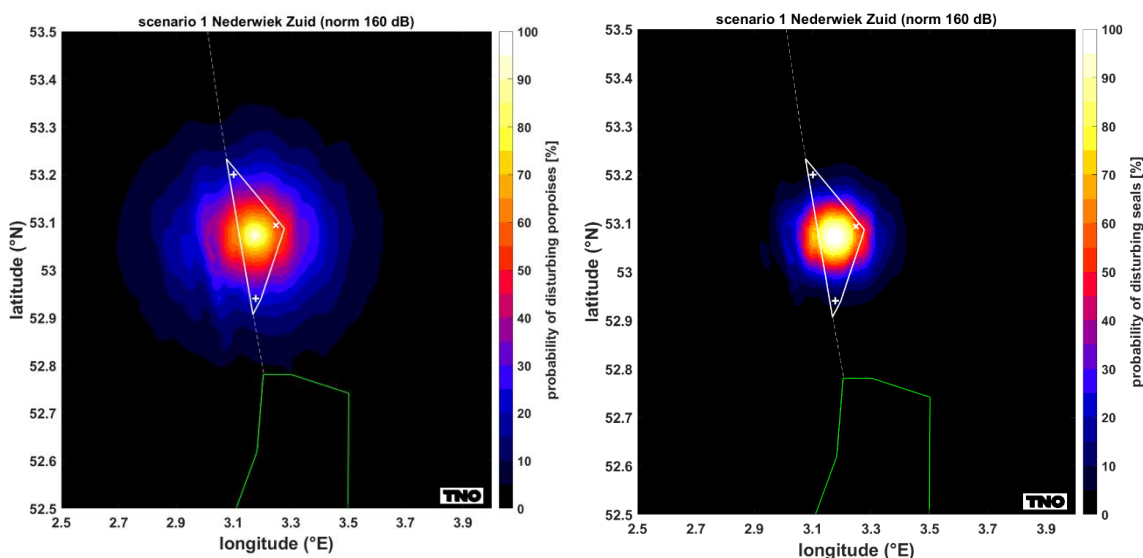
Bruine Bank is aangewezen als Vogelrichtlijngebied voor een zestal vogelsoorten, maar niet voor zeezoogdieren. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Gezien de grote afstand tot Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden kan dezelfde conclusie worden getrokken bij het toepassen van de geluidnorm $SEL_{ss}(750m) = 164 \text{ dB re } 1 \mu Pa^2s$ omdat het verstoorde oppervlak door de hogere geluidsnorm slechts beperkt toeneemt. De effecten van indirecte externe werking op Natura 2000-gebieden is beschreven in paragraaf 7.7.4.

Wel overlapt het verstoorde gebied met een Britse het Special Area of Conservation (SAC), Southern North Sea (zie Figuur 7.5). Er is daarom sprake van directe externe werking. SACs zijn vergelijkbaar met Natura 2000-gebieden en zijn aangewezen voor habitattypen en soorten. De Southern North Sea is in 2019 aangewezen voor bruinvissen. Het is met een totale oppervlakte van 36.951 km^2 het grootste gebied dat voor bruinvissen is aangewezen⁶². Voor het gebied is een behoudsdoelstelling voor de bruinvis geformuleerd⁶³. Verstoring door onderwatergeluid als gevolg van een project of plan wordt als significant beoordeeld als het bruinvissen verdrijft uit:

- Meer dan 20% van het voor bruinvissen relevante gebied op enige dag, en
- Meer dan gemiddeld 10% van het voor bruinvissen relevante gebied gedurende een seizoen.

De overlap bedraagt maximaal ca. 630 km als wordt uitgegaan van een geluidsnorm van $SEL_{ss} = 160 \text{ dB re } 1 \mu Pa^2s (750 \text{ m})$ en ca. 800 km als van de hogere geluidsnorm van $SEL_{ss} = 164 \text{ dB re } 1 \mu Pa^2s (750 \text{ m})$ wordt uitgegaan. Dit is respectievelijk 1,7% en 2,14% van de totale oppervlakte van de SAC. Significante effecten via externe werking zijn daarmee uit te sluiten.

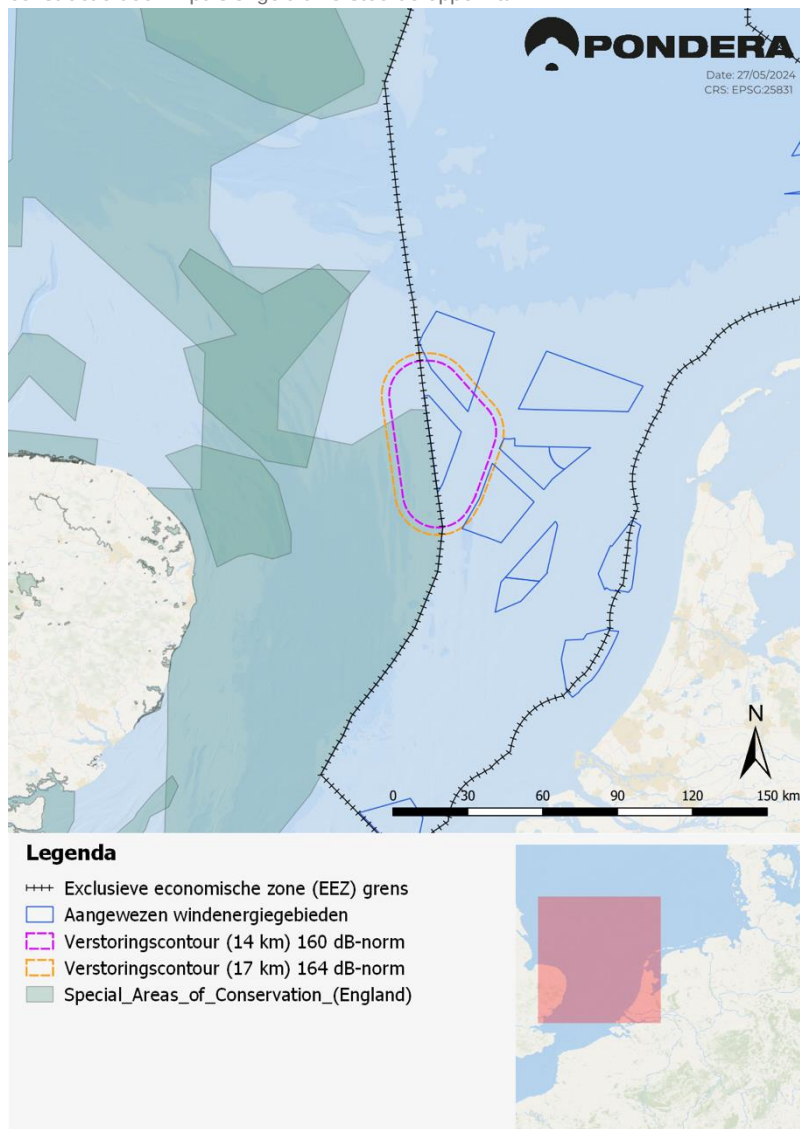
Figuur 7.4 De kans op verstoring van bruinvissen (links) en zeehonden (rechts) door heien met toepassing van een geluidsnorm van $SEL_{ss} = 160 \text{ dB re } 1 \mu Pa^2s (750 \text{ m})$ voor een heiscenario op het diepste punt in kavel I Nederwiek (zuid). De groene lijn geeft de begrenzing van het Vogelrichtlijngebied Bruine Bank weer.



⁶² <https://jncc.gov.uk/our-work/southern-north-sea-mpa/>

⁶³ <https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf>

Figuur 7.5 Ligging van kavel I Nederwiek (zuid) ten opzichte van de SAC Southern North Sea en het tijdens de constructie door impulsief geluid verstoorte oppervlak.



Exploitatiefase

De inzet van schepen voor het onderhoud aan het windpark is incidenteel van karakter in vergelijking met de vele andere schepen die zich in dit drukbevaren deel van de Noordzee bevinden. Daarom worden de effecten (voor beide alternatieven) van het onderwatergeluid door de aanwezigheid van werkschepen in het windpark op zeezoogdieren als verwaarloosbaar ingeschat.

Continu geluid van draaiende windturbines of schepen is weliswaar voor een lange periode aanwezig, maar komt alleen op zeer korte afstand van de turbine boven het achtergrondgeluid uit (Tougaard et al. 2009) en is daarmee geen relevante versturende factor voor zeezoogdieren. De effecten van continue onderwatergeluid van de draaiende windturbines en onderhoudsschepen tijdens de exploitatie zijn voor alle alternatieven beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

De effecten van een verbod op bodemberoerende visserij, en de aanwezigheid van hard substraat kunnen mogelijk (indirecte) positieve effecten hebben wanneer hierdoor een groter voedselaanbod binnen het windpark ontstaat. Echter, zijn deze effecten naar verwachting erg beperkt en worden daarom beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

Verwijderingsfase

Over de eventuele effecten tijdens de verwijderingsfase zijn nog geen gegevens vanuit de praktijk voorhanden. Algemeen wordt aangenomen dat deze fase leidt tot dezelfde typen tijdelijke verstoring als tijdens de constructiefase (scheepvaartverkeer en bodemberoering), met uitzondering van de effecten van heien. Monopalen worden volledig verwijderd, zoals opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving⁶⁴. Eventueel is het mogelijk om de monopiles te verwijderen door de monopiles onder de zeebodem door te zagen en af te voeren. Deze activiteit zal naar verwachting resulteren in de grootste geluidverstoring tijdens de verwijderingsfase (189 dB re 1 µPa rms op 1 m) (Kent et al., 2016). Het onderwatergeluid dat daarbij ontstaat zal daarmee significant lager zijn dan de geluideffecten van het heien tijdens de aanlegfase. De effecten worden zijn daarom gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanlegfase.

7.5.4 Conclusie effectbeoordeling

Hieronder geven Tabel 7.11 en Tabel 7.12 de scores voor de effectbeoordeling voor benthos, vissen en zeezoogdieren. Voor benthos en vissen leiden de verschillende alternatieven niet tot onderscheid in de effectbeoordelingen. Waar er door geluidstrillingen tijdens de aanleg en verwijdering geen effecten voor benthos optreden, zijn deze voor vissen licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De aanwezigheid van hard substraat is voor beide soortgroepen licht positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+). En de effecten van EMV door kabels is voor beide licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Voor benthos is een negatieve beoordeling (effectbeoordeling: -) gegeven voor habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg. Vissen zijn hier minder gevoelig voor en krijgen hiervoor een licht negatieve beoordeling (effectbeoordeling: 0/-). Het verbod op bodemberoerende visserij kan tenslotte een licht positief (effectbeoordeling: 0/+) hebben op benthos. De overige effecten zijn als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Voor zeezoogdieren is er wel onderscheid in de effectbeoordeling voor de verschillende alternatieven. Dit komt omdat een toename in het aantal turbines direct in verband staat met de hoeveelheid impulsief (onderwater)geluid die ontstaat bij de aanleg, en daarmee leidt tot een toename in het aantal dierverstoringsdagen. Wat betreft het aantal dierverstoringsdagen door impulsief geluid tijdens de aanleg en verwijdering worden de effecten van de alternatieven met 15 MW turbines (1a, 1b, 1c) allen als licht beoordeeld (effectbeoordeling: -) omdat de waarden uit het KEC 4.0 worden overschreden. In de andere alternatieven vindt tijdens de aanleg en verwijdering geen overschrijding plaats voor bruinvissen, gewone en grijze zeehond, maar ontstaat wel degelijk een verstorend effect dat als licht negatief beoordeeld is (effectbeoordeling: 0/-).

Alle andere effecten tijdens de aanleg en exploitatie zijn voor elk alternatief neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Dat geldt voor het aantal fysiek aangetaste dieren tijdens de aanleg, en tijdens de exploitatie voor de verstoring door continu geluid van schepen en turbines, de aanwezigheid van hard substraat, en het verbod op bodemberoerende visserij.

⁶⁴ Artikel 7.45, lid 1

De effecten van het aantal dierverstoringsdagen en fysiek aangetaste dieren tijdens de verwijdering zijn niet apart onderzocht. De effecten worden beschouwd als gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanlegfase. Daarom zijn de effectscores (worst-case) van verwijdering gelijk aan de aanleg.

Tabel 7.11 Effectbeoordeling Benthos en Vissen

	Effecten windpark		
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0/-

Tabel 7.12 Effectbeoordeling Zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aanleg						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid):						
Bruinvissen	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Exploitatie						
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0
Verwijdering						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid):						
Bruinvissen	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0

De toetsing aan de gebiedsbescherming, een Natura 2000-activiteit uit de Omgevingswet, gebeurt in bijlage 8. De toetsing aan de soortenbescherming, flora- en fauna-activiteit, gebeurt in bijlage 7.

7.6 Mitigerende maatregelen

7.6.1 Benthos en vissen

Zoals beschreven in paragraaf 7.5.1 en 7.5.2, zal zich waarschijnlijk een biodiverse gemeenschap op de funderingen en bestortingen ontwikkelen die uit een hoog aantal en dichtheid benthos- en vissoorten bestaat. Deze gemeenschap gaat verloren als de windturbinezulen en bestortingen worden verwijderd.

Voor het verwijderen van de monopalen zullen waarschijnlijk geen alternatieven bestaan. Voor de bestellingen kunnen mogelijk wel alternatieve materialen worden gebruikt die voldoende sterk zijn voor een beschermende functie tijdens de operationele fase van het windpark maar op termijn op natuurlijke wijze afbreken. Er zijn bijvoorbeeld recentelijk innovaties ontwikkeld in biologische afbreekbare betonstructuren. Mits vergund, kunnen dergelijke materialen na de operationele fase worden achtergelaten en een langdurige functie hebben voor de benthos- en visgemeenschap op het substraat. De afbraak en integratie van het materiaal zal geleidelijk gaan waardoor de aanwezige gemeenschap zich kan aanpassen of kan herstellen (zoals meegroeïende schelpdierbanken).

De negatieve effecten van ruimtebeslag op bodemdieren en vissen kunnen worden beperkt door te kiezen voor een fundering met beperktere omvang. Hiermee zullen echter ook de positieve effecten kleiner worden. De negatieve effecten van geluid/trillingen op vissen kunnen worden beperkt door te kiezen voor funderingen die niet hoeven te worden geheild.

Om het negatieve effect door bodemberoering op biogene riffen te minimaliseren kan voorafgaand aan de aanleg een inventarisatie plaatsvinden of en op welke locaties biogene riffen voorkomen in het plangebied. Hierna zouden mitigerende maatregelen genomen kunnen worden om de riffen zo veel als mogelijk te ontzien bij plaatsing turbines en kabels.

7.6.2 Zeezoogdieren

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: permanent threshold shift) zullen worden voorkomen door het toepassen van een geluidnorm van $SEL_{ss}(750m) = 168 \text{ dB re } 1 \mu Pa^2s$, of lager. Ook kan het inzetten van zogenaamde Acoustic Deterrent Devices en toepassing van de slow start-procedure PTS verder voorkomen.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geluid-verstoorde oppervlak te combineren met de lokale dichtheid van zeezoogdieren. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

- De oppervlakte van het geluid-verstoorde gebied te beperken door en/of
- De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
- Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken of
- Een andere, minder geluid producerende funderingstechniek gebruiken (trillen of schroeven).

De oppervlakte van het verstoorde gebied kan worden beperkt door:

- De propagatie van heigeluid (verder) te beperken door het toepassen van geluiddemping (heimantels, bellenschermen en dergelijke).
- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief geringe waterdiepte te kiezen;

Heien bij lage dichtheid zeezoogdieren

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

Het aantal verstoringdagen beperken

Voor het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines is een hogere heien energie nodig dan voor de aanleg van een windpark met meer, kleinere turbines. Bij het toepassen van één universele geluidsnorm maakt het voor de omvang het verstoringsooppervlak in principe echter niet uit met welke energie wordt geheid. Op 750 m van de heilocatie mag het geluidsniveau de betreffende waarde immers niet overschrijden. In het geval dat gekozen wordt voor een kleiner aantal, relatief grote turbines zal het uiteraard wel moeilijker zijn de gestelde geluidsnorm te halen. Vanwege het feit dat er tussen verschillende alternatieven geen verschil in de omvang van het verstoringsooppervlak zal zijn, zullen effecten van een windpark met een geringer aantal, relatief grote turbines altijd gunstiger uitpakken dan die van een windpark met meer, kleinere turbines.

Toepassen van alternatieve funderingstechnieken

Tot dusver zijn windturbinefunderingen altijd geheid, waarbij een impulsief geluid met grote amplitude ontstaat. Andere technieken dan heien, zoals trillen, schroeven of blue piling, zijn mogelijk minder verstoring. Tevens kan er gekozen worden voor het toepassen van andere funderingen om de verstoring te minimaliseren, zoals tripods, jackets, drijvende turbines of suction buckets. Hoewel enkele technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog (vrijwel) niet in de praktijk toegepast.

Voor dit MER is een (waarschijnlijk) worst case inschatting gemaakt van het aantal dierverstoringdagen dat ontstaat bij het toepassen van trillhamers waar continue geluid bij vrijkomt. De criteria voor verstoring van zeezoogdieren door continu onderwatergeluid zijn nog in ontwikkeling. Op basis van de beperkt beschikbare informatie is ervan uitgegaan dat het gedrag van bruinvissen wordt verstoord als ze blootgesteld worden aan geluidsniveaus die 45 dB hoger zijn dan de gehoordrempel en zeehonden bij blootstelling aan geluidsniveaus die 60 dB hoger zijn dan de gehoordrempel (zie bijlage 5).

Onderstaande Tabel 7.13 geeft voor de zes alternatieven het aantal dierverstoringdagen weer als gevolg van (ongemitigeerd) intrillen van turbinefunderingen. Voor alle drie de soorten geldt dat in vergelijking met de voor het KEC 4.0 berekende dierverstoringdagen voor Nederwiek I (= gebied 1 (zuid) in het KEC) de waarden in de meeste gevallen lager zijn. Alleen bij de overplantingsscenario's 1b en 1c (respectievelijk 140 en 153 turbines van 15 MW) ligt het aantal berekende bruinvisverstoringdagen in dezelfde orde van grootte of hoger. Daarmee is de conclusie dat bij het intrillen van palen en uitgaande van het KEC 4.0 cumulatiescenario (waarbij voor bruinvissen is uitgegaan van een geluidslimiet op 750 m van SELss = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) significante effecten op de populaties van bruinvissen in 4 van de 6 scenario's kunnen worden uitgesloten. Voor gewone en grijze zeehonden kunnen significante effecten in alle gevallen worden uitgesloten.

Tabel 7.13 Schatting van de gevolgen van het (ongemitigeerd) intrillen van turbinefunderingen in kavel I Nederwiek (zuid) volgens de verschillende scenario's voor bruinvissen en zeehonden.

	Diervisverstoringsdagen (duizendtallen)		
Alternatieven 1a, 1b, 1c	134 × 15 MW	140 × 15 MW	153 × 15 MW
Bruinvis	53,7 ± 1,5	56,1 ± 1,5	61,3 ± 1,6
Gewone zeehond	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01
Grijze zeehond	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01
Alternatieven 2a, 2b, 2c	100 × 20 MW	106 × 20 MW	115 × 20 MW
Bruinvis	40,1 ± 1,3	42,5 ± 1,3	46,1 ± 1,4
Gewone zeehond	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01
Grijze zeehond	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,01

7.7 Cumulatie

7.7.1 Benthos en vissen

De toename van het aantal windturbines en de bijbehorende erosiebescherming zou op termijn veranderingen in stroming, stratificatie en primaire productie teweeg kunnen brengen (Williamson et al 2019, Dorrell et al 2021). Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Faciliteren vestiging exoten

Naarmate meer (of grotere) windparken op zee komen resulteert dit in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak ten gevolge van turbinepalen en erosiebescherming, en dit leidt tot een verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door uitheemse mariene fauna die geassocieerd is met harde substraten faciliteren of versnellen in dit deel van de Noordzee. De windparken kunnen hierbij fungeren als stepping stone terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transport vector. Meer windparken en/of een hoger aantal turbines per windpark vergroot de kans op vestiging van nieuwe uitheemse soorten geassocieerd met hard substraat. De vestiging van nieuwe uitheemse soorten kan in potentie leiden tot economische en ecologische schade (bijv. Japanse oester).

7.7.2 Cumulatieve effecten zeezoogdieren - aanleg windpark kavel I Nederwiek (zuid)

Afbakening

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van impulsief geluid dat ten behoeve van en tijdens de constructie van windparken op zee wordt geproduceerd. Mogelijke effecten van continu geluid (waaronder scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, ruiming van explosieven en seismische surveys voor olie en gas) zijn buiten beschouwing gebleven (zie bijlage 5).

Cumulatiescenario geluidsberekening

In de geluidsberekening van de cumulatieve effecten op zeezoogdieren door impulsief geluid dat vrijkomt tijdens de aanlegfase zijn de volgende activiteiten meegenomen:

- heien van windturbinefunderingen⁶⁵;
- heien van de funderingen van het TenneT-platform;
- geofysisch vooronderzoek volgens het KEC 4.0 scenario (zie Heinis & de Jong et al., 2022).

Het TenneT-platform heeft een zogenaamde jacketfundering, die met 20 palen in de zeebodem wordt verankerd. Er wordt in overeenstemming met het KEC 4.0 van uitgegaan dat deze met een hei-energie van 2.000 kJ worden geheid. Worst case is er, anders dan in het KEC 4.0, maar in overeenstemming met de (ontwerp)vergunning van uitgegaan dat per dag 1 paal (in plaats van 2 palen) wordt geheid⁶⁶. Er is, net als voor de funderingen van de windturbines, conform het KEC 4.0 van uitgegaan dat een geluidsnorm van SEL_{ss} (750 m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ wordt toegepast.

In het kader van het KEC 4.0 is voor bruinvissen ook een inschatting gemaakt van de mogelijke cumulatieve effecten van het geofysisch onderzoek dat wordt uitgevoerd voor de aanleg van Nederlandse windparken in de periode 2016 – 2030 en rond de geplande tracés voor de zee kabels. Het betreft losstaande, indicatieve berekeningen met als doel een indruk te krijgen van de relatieve bijdrage van het aantal dierverstoringsdagen door deze activiteit ten opzichte van die van het heien van funderingen voor de windturbines en TenneT-platforms. De bijdrage bleek zeer beperkt. De resultaten van de berekeningen zijn in het totaal van de cumulatieve effecten daarom niet meegenomen.

Ter vergelijking zijn de resultaten van indicatieve berekeningen van de effecten van het seismische onderzoek opgenomen in bijlage 5 (maar vanwege het indicatieve karakter ervan niet in het totaal meegenomen).

Cumulatieve effecten op bruinvissen

De resultaten van de geluidsberekeningen voor de cumulatieve effecten op bruinvissen door het heien van windturbinefunderingen en het TenneT-platform in kavel I Nederwiek (zuid) zijn opgenomen in Tabel 7.14 en

Tabel 7.15. De berekeningen zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB (SEL_{ss} op 750m = 160/164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$).

Tabel 7.14 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 1a, 1b, en 1c bij een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Het aantal bruinvisverstoringsdagen is voor het TenneT-platform enkel weergegeven bij toepassing van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB.

Bruinvissen	Impulsdagen (1a / 1b / 1c)	Dierverstoringsdagen (x 1000) (1a / 1b / 1c)	
		160 dB	164 dB
Constructie TenneT-platform	20	8,5	
Aanleg monopilefunderingen	134 / 140 / 153	65 / 68 / 75	101 / 105 / 115
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		74 / 77 / 83	109 / 114 / 123

⁶⁵ Anders dan in de effectbeoordeling voor zeehonden in paragraaf 7.5.3 wordt deze cumulatieve beoordeling gebaseerd op het afgeronde gemiddelde aantal dierverstoringsdagen door aanleg van funderingen in kavel I Nederwiek (zuid) zonder standaarddeviatie.

⁶⁶ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/noz-nederwiek-1/fase-1#aanvragen-en-ontwerpbesluiten>

Tabel 7.15 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 2a, 2b, en 2c bij een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa_{2s}. Het aantal bruinvisverstoringsdagen is voor het TenneT-platform enkel weergegeven bij toepassing van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB.

Bruinvissen	Impulsdagen (2a / 2b / 2c)	Dierversoringsdagen (x 1000) (2a / 2b / 2c)	
Geluidsnorm		160 dB	164 dB
Constructie TenneT-platform	20	8,5	
Aanleg monopilefunderingen	100 / 106 / 115	45 / 48 / 52	70 / 75 / 81
Aanleg Tripod-funderingen	100 / 106 / 115	43 / 46 / 49	67 / 71 / 77
Aanleg Jacket-funderingen	100 / 106 / 115	43 / 45 / 49	66 / 70 / 76
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		Max. 54 / 57 / 61	79 / 83 / 89

De gevolgen van het worst-case alternatief voor de het totale cumulatiescenario van de gehele uitrol van de Routekaart Windenergie op zee worden beschreven in paragraaf 7.7.3.

Cumulatieve effecten op zeehonden

Gewone zeehond

De resultaten van de geluidsberekeningen voor de cumulatieve effecten op gewone zeehonden door het heien van windturbinefunderingen en het TenneT-platform in kavel I Nederwiek (zuid) zijn opgenomen in Tabel 7.16 en Tabel 7.17. De berekeningen zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB SEL_{ss} op 750m (dB re 1 µPa_{2s}).

Tabel 7.16 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op gewone zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 1a, 1b, en 1c bij een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa_{2s}. Het aantal bruinvisverstoringsdagen is voor het TenneT-platform enkel weergegeven bij toepassing van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB.

Gewone zeehonden	Impulsdagen (1a / 1b / 1c)	Dierversoringsdagen (x 100) (1a / 1b / 1c)	
Geluidsnorm		160 dB	164 dB
Constructie platform	20	1,8	
Aanleg monopilefunderingen	134 / 140 / 153	15 / 16 / 17	30 / 31 / 34
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		27 / 18 / 19	32 / 33 / 36

Tabel 7.17 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op gewone zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 2a, 2b, en 2c bij een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa_{2s}. Het aantal bruinvisverstoringsdagen is voor het TenneT-platform enkel weergegeven bij toepassing van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB.

Gewone zeehonden	Impulsdagen (2a / 2b / 2c)	Dierversoringsdagen (x 100) (2a / 2b / 2c)	
Geluidsnorm		160 dB	164 dB
Constructie platform	20	1,8	
Aanleg monopilefunderingen	100 / 106 / 115	10 / 11 / 12	100 / 106 / 115
Aanleg Tripod-funderingen	100 / 106 / 115	9 / 10 / 10	100 / 106 / 115
Aanleg Jacket-funderingen	100 / 106 / 115	9 / 10 / 10	100 / 106 / 115
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		12 / 12 / 13	22 / 23 / 24

Door het impulsief geluid dat gepaard gaat met de constructie van funderingen voor windturbines en het TenneT platform in kavel I Nederwiek (zuid) is het totale aantal dierversoringsdagen onder gewone zeehonden maximaal 3.600. Dit ligt onder de waarde van 5.230 die voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend. Dat betekent dat voor alle alternatieven significante gevolgen voor de populatie gewone zeehonden op het NCP door de aanleg van het windpark zijn uit te sluiten.

Grijze zeehond

De resultaten van de geluidsberekeningen voor de cumulatieve effecten op grijze zeehonden door het heien van funderingen van windturbines en het TenneT-platform in kavel I Nederwiek (zuid) zijn opgenomen in Tabel 7.18 en Tabel 7.19. De berekeningen zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB SEL_{ss} op 750m (dB re 1 µPa_{2s}).

Tabel 7.18 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op grijze zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 1a, 1b, en 1c bij een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa_{2s}. Het aantal bruinvisverstoringsdagen is voor het TenneT-platform enkel weergegeven bij toepassing van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB.

Grijze zeehonden	Impulsdagen (1a / 1b / 1c)	Dierversoringsdagen (x 100) (1a / 1b / 1c)	
Geluidsnorm		160 dB	164 dB
Constructie platform	20	1,1	
Aanleg monopilefunderingen	134 / 140 / 153	9 / 10 / 10	17 / 18 / 20
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		11 / 11 / 12	19 / 20 / 22

Tabel 7.19 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op grijze zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 2a, 2b, en 2c bij een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa_{2s}. Het aantal bruinvisverstoringsdagen is voor het TenneT-platform enkel weergegeven bij toepassing van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB.

Grijze zeehonden	Impulsdagen (2a / 2b / 2c)	Dierversoringsdagen (x 100) (2a / 2b / 2c)	
Geluidsnorm		160 dB	164 dB
Constructie platform	20	1,1	
Aanleg monopilefunderingen	100 / 106 / 115	6 / 7 / 7	12 / 12 / 13
Aanleg Tripod-funderingen	100 / 106 / 115	5 / 6 / 6	11 / 11 / 12
Aanleg Jacket-funderingen	100 / 106 / 115	5 / 6 / 6	11 / 11 / 12
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		7 / 8 / 8	12 / 12 / 13

Door het impulsief geluid dat gepaard gaat met de constructie van funderingen voor windturbines en het TenneT platform in kavel I Nederwiek (zuid) is het totale aantal dierversoringsdagen onder grijze zeehonden maximaal 2.200. Dit ligt onder de waarde van 3.030 die voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend. Dat betekent dat voor alle alternatieven significante gevolgen voor de populatie grijze zeehonden op het NCP door de aanleg van het windpark zijn uit te sluiten.

7.7.3 Cumulatieve effecten zeezoogdieren - Wind op zee op het NCP (2016 – 2030)

In het KEC 4.0 zijn de cumulatieve effecten van de constructie van windparken op de **bruinvispopulatie en zeehondenpopulatie** van de Noordzee en het NCP in de periode 2016-2030 berekend, inclusief drie rekenvarianten inclusief de versnelling (zie paragraaf 4.3 van bijlage 5). Voor bruinvissen blijkt uit deze resultaten dat bij het toepassen van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750 m) = 160 dB re 1 µPa_{2s} voor windenergiegebied IJmuiden Ver (Alpha, Beta & Gamma) en de versnellingsgebieden de geschatte populatiereductie, afhankelijk van de rekenvariant, met grote zekerheid (>95%) tussen 2,3% en 2,9% ligt van het aantal bruinvissen op het NCP. Dat betekent dat de gestelde ecologische norm (maximaal toelaatbare reductie van de bruinvispopulatie van 5%) **niet wordt overschreden** (en ruimte geeft voor toekomstige ontwikkelingen). Voor gewone en grijze zeehonden blijkt dat bij het toepassen van een geluidsnorm van SEL_{ss} (750 m) = 168 dB re 1 µPa_{2s} voor windenergiegebied IJmuiden Ver (Alpha, Beta & Gamma) en de versnellingsgebieden de geschatte populatiereductie met grote zekerheid (>95%) tussen op 0% ligt van het aantal gewone en grijze zeehonden op het NCP. Bij het toepassen van een lagere geluidsnorm volgt logischerwijs dezelfde uitkomsten voor gewone en grijze zeehonden.

In bijlage 5 is een actualisatie van het KEC 4.0 cumulatiescenario doorgerekend voor bruinvissen. De volgende aanpassingen zijn doorgevoerd (zie bijlage 5 voor een nadere toelichting):

- In deze geluidsberekening is op basis van de meest recente inzichten voor IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I uitgegaan van het worst-case alternatief 1c⁶⁷ waarbij één turbinefundering per dag wordt geplaatst (voorheen 2), en een TenneT-platform met 16 funderingspalen (voorheen 3).
- Voor de windenergiegebieden IJmuiden Ver Alpha, Beta & Gamma en Nederwiek 1 is uitgegaan van de geluidsnorm van SEL_{ss} (750 m) = 164 dB re 1 µPa_{2s} voor bij de heiwerkzaamheden van de turbinefunderingen. Overige geluidsnormen voor het heien van funderingen voor turbines en TenneT-

⁶⁷ Voor IJmuiden Ver Gamma gaat het om 132.000 bruinvisverstoringsdagen en voor Nederwiek 1 om 123.000 bruinvisverstoringsdagen. Deze getallen zijn op basis van het worst-case alternatief 1c, inclusief TenneT platform en een geluidsnorm van SEL_{ss} (750 m) = 164 dB re 1 µPa_{2s}, zie Tabel 7.14.

platforms zijn in overeenstemming met respectievelijk de (ontwerp)kavelbesluiten en (ontwerp)vergunningen. Voor de windkavels Nederwiek Noord (II en III) en Hollandse Kust west (VIII) is uitgegaan van SELss (750 m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. (zie Tabel 7.20).

- De ontwikkeling van een windpark in gebied Ten noorden van de Waddeneilanden maakte onderdeel uit van het KEC 4.0 scenario voor de periode 2016 – 2030. Dit windpark zal pas na 2030 worden aangelegd.

Op basis van deze actualisatie daalt de populatiereductie van bruinvissen met grote zekerheid (>95%) naar 2,3% waarmee de ecologische norm voor bruinvissen niet wordt overschreden. Dit is minder dan de maximaal toelaatbare reductie van de bruinvispopulatie van 5% en daarmee kan geconcludeerd worden dat significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP kan worden uitgesloten. Zie paragraaf 4.3 van bijlage 5 voor de volledige toelichting van deze resultaten.

Tabel 7.20 Schatting van de populatiereductie voor bruinvissen van de ontwikkeling van windenergie op zee in de periode 2016 – 2030 volgens de routekaart 2030 (10 juni 2022).

Windenergiegebied	Heidagen		Geluidsnorm (SELss dB)			Bruinvis-verstoringsdagen
	Turbines	Platform	Turbines	Platform	Cf. KEC 4.0	x 1000
Borssele 1	50		169	169	ja	47
Borssele 2	50		169	169	ja	26
Borssele 3	42		170	170	ja	35
Borssele 4	42		170	170	ja	45
Borssele 5 – Two towers	5		170	170	ja	2
Hollandse Kust zuid I	38		173	173	ja	46
Hollandse Kust zuid II	38		173	173	ja	42
Hollandse Kust noord (V)	72		170	170	ja	97
Hollandse Kust zuid III	38		173	173	ja	39
Hollandse Kust zuid IV	38		173	173	ja	33
Hollandse Kust west (VI-VII)	123		168	168	ja	153
IJmuiden Ver Alpha – Beta	268	2 x 16	164	168	nee*	276
IJmuiden Ver Gamma	153	1 x 16	164	160	nee*	132**
Nederwiek I	153	1 x 20	164	160	nee*	123**
Nederwiek II – III	200	2 x 6	160	160	ja	110
Hollandse Kust west (VIII)	50		160	160	ja	32
Totaal						1.238
Populatiereductie						ca. 2,3%

* Zie achtergronddocument 'Effecten op zeezoogdieren' bij MER IJmuiden Ver Gamma

** Deze getallen zijn op basis van het worst-case alternatief 1c, inclusief TenneT platform en een geluidsnorm van SELss (750 m) = 164 dB re 1 μ Pa_{2s}, zie Tabel 7.14.

7.7.4 Natura 2000-gebieden

Het maximale gebied waarbinnen zeezoogdieren verstoord kunnen worden door de komst van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid) overlapt niet met Natura 2000-gebieden (zie Figuur 7.4). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Gezien de grote afstand tot Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen kan dezelfde conclusie worden getrokken bij het toepassen van de geluidnorm SELss (750m) = 164 dB re 1 μ Pa_{2s} omdat het verstoorde oppervlak door de hogere geluidsnorm slechts beperkt toeneemt. De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP, en daarmee op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden, kan ontstaan (indirecte externe werking).

Uit de in paragraaf 7.7.3 gepresenteerde resultaten blijkt dat significante cumulatieve effecten op de bruinvispopulatie op het NCP door de uitrol van de Routekaart Windenergie op zee in de periode van 2016-2030 zijn uit te sluiten. Hierbij is uitgegaan van een geluidsnorm van 164 dB (SELss (750) in dB re 1

$\mu\text{Pa}^2\text{s}$) voor de kavels Alpha, Beta en Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver en kavel I Nederwiek (zuid) en een geluidnorm van 160 dB (SEL_{ss} (750) in dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) voor de overige windenergiegebieden van de versnellingsopgave tot 2030. Dit betekent dat negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis in de Nederlandse Natura 2000-gebieden via indirecte externe werking ook zijn uit te sluiten.

Ook voor zeehonden geldt dat kavel I Nederwiek (zuid) zo ver van de Natura 2000-gebieden ligt dat er geen sprake is van overlap van de verstoringcontouren met een van de gebieden (zie Figuur 7.4). Er is dus geen sprake van directe externe werking. Gezien de grote afstand tot Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden kan dezelfde conclusie worden getrokken bij het toepassen van de geluidnorm SEL_{ss} (750m) = 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ omdat het verstoorde oppervlak door de hogere geluidsnorm slechts beperkt toeneemt. De omvang van het foerageergebied op de Noordzee neemt echter tijdelijk af, waardoor er sprake zou kunnen zijn van indirecte externe werking.

Uit de gepresenteerde resultaten in paragraaf 7.7.2 en 7.7.3 blijkt dat significante cumulatieve effecten op de zeehondenpopulaties op het NCP door de uitrol van de Routekaart Windenergie op zee in de periode van 2016-2030 zijn uit te sluiten. Negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten in de Natura 2000-gebieden via indirecte externe werking zijn dan ook uit te sluiten.

7.8 Leemten in kennis

7.8.1 Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het kunnen voorspellen van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden langs de kabels zijn nog niet goed bekend. Daarnaast staat het onderzoek naar de effecten van zeebodenvibraties vanwege heiwerkzaamheden nog in de kinderschoenen (Roberts & Elliot 2017). Verder onderzoek is nodig om aan te tonen of deze effecten omkeerbaar zijn, en of deze effecten door kunnen werken op gemeenschaps- en populatieniveau.

Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak door turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten van dit deel van de Noordzee faciliteren/versnellen. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht.

7.8.2 Vissen

Een belangrijke leemte in kennis betreft de invloed van menselijke geluidsbronnen op, in of in de nabijheid van de bodem levende vissen en ongewervelde dieren (Hawkins et al. 2021). Het is waarschijnlijk dat er vissen en bepaalde ongewervelden zijn die dit kunnen waarnemen. Of dit ook tot effecten op het gedrag en de fitness leidt, is onbekend. Voor vissen is al het nodige onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen (Bolle et al. 2012, Debusschere et al. 2014, Popper et al. 2014). Hieruit blijkt

dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten.

Ook worden in de kavelbesluiten enkel geluidsnormen genoemd voor de constructiefase (vooral vanwege het heien van de funderingen), maar niet voor de operationele fase van het windpark. Dit maakt het mogelijk dat windparkontwikkelaars de tipsnelheid van rotors onbegrensd kunnen verhogen, wat hogere geluidsniveaus in de operationele fase, ook waarschijnlijk onder water, met zich meebrengt. Omdat het momenteel niet goed bekend is of het geluid van windturbines een rol speelt in de verstoring van vissen, is niet te zeggen of een onbegrensde tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Gericht onderzoek naar het effect van verschillende operationele geluidsniveaus op het gedrag van vissen zal dit moeten aantonen.

Omdat effecten van EMV-straling op vissoorten niet goed zijn onderzocht, kan ook niet met zekerheid worden uitgesloten dat dit uitbreidende netwerk van kabels in de Noordzee een negatief effect gaat hebben op vissen. Lopende studies moeten in de toekomst meer kennis genereren waarbij het noodzakelijk is om deze effecten grondig te monitoren.

7.8.3 Zeezoogdieren

Onzekerheden in de procedure voor het bepalen van populatie-effecten

Elke stap van de procedure die is doorlopen bij het bepalen van de effecten op populaties met de daarbij behorende parameters kent een bepaalde mate van onzekerheid. Het kan daarbij gaan om onzekerheden als gevolg van een min of meer bekende variatie of onzekerheden over de aard of het tempo van technische ontwikkelingen, maar ook als gevolg van het feit dat over een bepaalde parameter weinig of vrijwel niets bekend is (dit is een kennisleemte). Hieronder volgt een overzicht.

Kwantificering van brongeluid en geluidpropagatie

Ondanks dat in de beschrijving van de fysica van de afstraling en propagatie van geluid significante verbeteringen zijn aangebracht in het Aquarius 4 model (de Jong e.a., 2018), blijft de kwantitatieve voorspelling van de SEL_{ss} onzeker. Dit geldt met name voor de hoogfrequente component van het geluid, maar deze is niet van belang voor de ongewogen breedband SELSS. De resultaten van de modellering met Aquarius 4 kwamen goed overeen met de ongewogen breedband SELSS die tijdens de constructie van het Gemini windpark is gemeten. Om (nog) meer vertrouwen in de voorspelde geluidsniveaus te krijgen, vooral vanwege de akoestische eigenschappen van de zeebodem, is het nodig dat het model voor meer scenario's wordt gevalideerd (verschillende hamerconfiguraties en omgevingsvariabelen). Bovendien worden in het Aquarius 4 model de effecten van mitigerende maatregelen, zoals heimantels en bellenschermen, nog niet expliciet berekend, maar als een correctie achteraf meegenomen.

Dosis-responsrelatie voor verstoring/gedragsverandering

In de berekeningen voor bruinvissen is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als gevolg van de frequentie. Het is aannemelijk dat het toepassen van een met de frequentiegevoeligheid van het gehoor van de bruinvissen gewogen SEL-waarde een betere voorspelling geeft van de gedragsreactie. De ten tijde van het opstellen van het KEC 4.0 beschikbare gegevens lieten het echter niet toe duidelijke conclusies te trekken over de noodzaak daartoe.

Tougaard et al. (2015) hebben er al enige tijd geleden op gewezen dat frequentieweging met een filter dat is gebaseerd op de inverse van het audiogram geschikt zou zijn voor het bepalen van effecten. De US

National Marine Fisheries Service onderschrijft dit en heeft frequentieweging al geïmplementeerd in hun technische handleiding voor het bepalen van effecten op het gehoor van zeezoogdieren (NMFS 2016). Voor gedragseffecten en verstoring zijn er echter nog onvoldoende gegevens beschikbaar om frequentieweging te implementeren. Als het gaat om projecten waar het heigeluid wordt gemitigeerd door gebruik van bellenschermen zou de toepassing van frequentieweging bij het bepalen van gedragsverstoring bij bruinvissen tot kleinere voorspelde verstoringsoppervlakken kunnen leiden, omdat het geluid in de voor bruinvissen relevante frequenties beter wordt gedempt (Dähne et al., 2017).

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren

Voor bruinvissen is in het KEC 4.0 gebruik gemaakt van de kaart van Gilles et al. (2020), die een schatting geeft van de gemiddelde zomerdichtheid van bruinvissen op de Zuidelijke Noordzee in de periode 2016-2019. Het betekent dat in de berekeningen geen rekening is gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding. Verder is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sekse- en leeftijd-specifieke variatie hierin.

In de Deense wateren is relatief veel zenderonderzoek gedaan, waardoor voor individuele dieren meer informatie beschikbaar is gekomen (e.g. Sveegaard 2011; Nielsen et al., 2018). Voor het zuidelijke deel van de Noordzee zal deze leemte echter niet op korte termijn worden opgevuld, ondanks dat de Nederlandse overheid een pilot is gestart om levend gestrande bruinvissen, na rehabilitatie, voorzien van een zender in zee terug te zetten (zie Vrooman et al., 2022 voor overzicht van de huidige kennis over het zenderen van bruinvissen). Hierdoor blijft het lastig een nauwkeurigere schatting te maken van het aantal dieren die in verschillende tijden van het jaar aanwezig zijn in de NCP en hoe die worden beïnvloed.

Voor zeehonden is wel rekening gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding, maar niet met de effecten van een waarschijnlijk grotere plaats-trouw van zeehonden tegenover/in vergelijking met bruinvissen. Daardoor zou het kunnen zijn dat het gedeelte van de zeehond-populaties dat regelmatig verblijft in de zoekgebieden een grotere kans heeft om gedurende meerdere dagen verstoord te worden dan nu in de berekeningen is aangenomen. Daar staat tegenover dat dit voor de meeste zoekgebieden slechts een klein gedeelte van de populatie betreft en dat de rest van de populatie in dat geval minder kans op verstoring ondervindt. In bijlage D van Heinis & de Jong et al. (2022) wordt voor zeehonden ingegaan op de mogelijke effecten van dierbeweging op de uitkomsten van het Interim PCoD model.

Doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD)

De omvang van de gevoelige deelpopulatie van bruinvissen (vulnerable subpopulation) is een van de parameters in het interim Population Consequences of Disturbance (iPCoD) model. In de berekeningen voor het KEC 4.0, die aan de basis hebben gelegen voor de berekeningen in dit rapport, is voor bruinvissen uitgegaan van een vulnerable subpopulation die gelijk is aan de totale omvang van de Noordzeepopulatie (afgeleid uit Gilles et al., 2020). De belangrijkste redenen hiervoor zijn 1) dat er geen duidelijke aanwijzingen zijn dat er binnen de Noordzeepopulatie van bruinvissen deelpopulaties zijn die aan een kleiner deelgebied zijn gebonden en 2) uit een recente publicatie blijkt dat de home range van bruinvissen behoorlijk groot kan zijn (Nielsen et al., 2018).

Voor het KEC 1.0 is de gevoeligheid van de modelresultaten voor drie verschillende grootten van de vulnerable subpopulation onderzocht (Heinis & de Jong et al., 2015). Uit deze analyses bleek dat de omvang van de vulnerable subpopulation een rol begint te spelen bij een (berekende) populatiereductie van ongeveer de helft van de omvang van de vulnerable subpopulation. Het totale effect wordt beperkt tot ongeveer 80% van de vulnerable subpopulation. Dit betekent ook dat bij hogere waarden berekende

populatiereductie toeneemt met de gekozen omvang van de vulnerable subpopulation. Een keuze voor een relatieve grote vulnerable subpopulation reduceert daarom het risico dat effecten worden onderschat.

Doorvertalen van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates

Doorvertaling van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates. Het iPCoD model is in 2018 grondig geüpdatet en verbeterd. Bij het bepalen van de relatie tussen verstoring en vital rates is voor bruinvissen gebruik gemaakt van een door de Universiteit van Amsterdam samen met de Universiteit van St. Andrews ontwikkeld state-of-the-art energiebudget model. Uit de modelberekeningen blijkt duidelijk dat bruinvissen in veel gevallen voor een (tijdelijk) verlies van foerageermogelijkheden kunnen compenseren.

Het is echter nog niet duidelijk of en zo ja, waarom de gebieden waar 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 en hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?

Aannames in iPCoD-model over populatieontwikkeling en demografische parameters

In het Interim PCoD model is ervan uitgegaan dat de bruinvispopulatie stabiel is en dat de populatieontwikkeling niet afhangt van de dichtheid. Voor de modeluitkomsten betekent dit dat na een eenmaal aangebracht effect op de populatie, oftewel een afname door de activiteiten, de populatie hiervan na het beëindigen van de activiteiten niet herstelt. Dit is waarschijnlijk niet realistisch.

Voor een meer realistische inschatting van de populatieontwikkeling in de jaren van de verstoring, maar vooral na het beëindigen ervan is meer kennis nodig over dichtheidsafhankelijke effecten op populatieontwikkeling. Is de carrying capacity bereikt en zo ja, wat zijn beperkende factoren voor populatiegroei? Speelt competitie om voedsel een rol als de dichtheid van dieren toeneemt als zij door onderwatergeluid uit een bepaald gebied worden verdreven?

Toepassen van Interim PCoD-model voor het doorvertalen van effecten op gewone en grijze zeehonden

Voor de gewone en de grijze zeehond zijn door zenderonderzoek veel gegevens over het natuurlijke gedrag in het veld beschikbaar. 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.

Inmiddels is door WMR, samen met SMRU/Universiteit van St. Andrews een start gemaakt met de ontwikkeling van een dergelijk model (Chudzinska et al., 2021). Het zal echter nog enkele jaren duren voordat dit model operationeel is. Voor het schatten van effecten op de gewone en grijze zeehonden op het NCP is daarom, net als voor de bruinvissen gebruik gemaakt van de 2019-update van het Interim PCoD model. Ook hier is ervan uitgegaan dat alle op het NCP voorkomende zeehonden tot de vulnerable subpopulation behoren. Verder is ervan uitgegaan dat de populatie van gewone zeehonden stabiel is en dat die van de grijze zeehonden met 1% per jaar groeit (zie Sinclair et al., 2020 voor overige demografische parameters).

Overige onzekerheden

Toepasbaarheid van alternatieve installatietechnieken

Uit resultaten van proefprojecten is gebleken dat met andere technieken dan heien, zoals trilhamers en blue piling een substantiële geluidsreductie is te bereiken (zie review van Verfuss et al., 2019). Hoewel

dergelijke technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog niet in de praktijk toegepast. Dit heeft er onder andere mee te maken dat nog niet zeker is of de monopile bij toepassing van een van deze technieken net zo stevig is verankerd is als wanneer wordt geheld ('axial bearing capacity'). Ook is er onzekerheid over de toepasbaarheid van deze technieken op dieper water. Voor trilhamers geldt bovendien dat gegevens over de aard van het geproduceerde geluid (frequentie-inhoud en niveaus) nog grotendeels ontbreken.

In het SIMOX-project (Sustainable Installation of XXL Monopiles) wordt de toepasbaarheid van alternatieve funderingstechnieken onderzocht (www.grow-offshorewind.nl/). Doel van het project is om de bestaande en benodigde kennis op elkaar af te stemmen van nieuwe en innovatieve installatietechnieken en -mogelijkheden. Binnen het project wordt door de verschillende partners de nodige technische- en milieukennis verzameld, waaronder de resultaten van metingen van onderwatergeluid. Het streven is om binnen vijf jaar één of meerdere gekwalificeerde en gevalideerde installatietechnologieën voor de volgende generatie monopiles beschikbaar te hebben.

Onzekerheid over de effecten van toepassing van andere funderingstypen

In KEC 4.0 studie is ervan uitgegaan dat de turbines in alle onderzochte windparken in binnen- en buitenland op monopilefunderingen worden geplaatst. Voor de gebouwde en te bouwen windparken op het relatief ondiepe zuidelijk deel van de Noordzee is dit aannemelijk, maar niet voor windparken die op dieper water worden aangelegd, zoals veel van de windparken in het Verenigd Koninkrijk, waar vaak gebruik wordt gemaakt van jackets of tripods.

Het heien van een jacketfundering (4 palen) neemt waarschijnlijk meer tijd in beslag dan het heien van een enkele monopilefundering. Als dat meerdere dagen zijn, neemt het aantal bruinvisverstoringsdagen en daarmee het berekende effect op de populatie ook toe. Bij de hier uitgevoerde berekeningen is er op basis van de beschikbare gegevens van uitgegaan dat de 3 – 4 palen voor één fundering in één dag kunnen worden geïnstalleerd. Als dat echter meerdere dagen zijn, neemt het aantal bruinvisverstoringsdagen en daarmee het berekende effect op de populatie ook toe.

Continu geluid tijdens de aanleg- en exploitatiefase

Uit resultaten van recent onderzoek is gebleken dat voorafgaand aan de werkelijke heiwerkzaamheden al effecten op bruinvissen kunnen optreden (Graham et al., 2017, Rose et al., 2019). Voor een deel is dit het gevolg van de inzet van Acoustic Deterrent Devices (ADD), waarmee het optreden van PTS wordt voorkomen, maar bij verschillende windparken is al voorafgaand aan het aanzetten van de ADD een verminderde activiteit van bruinvissen rond de heillocatie waargenomen. Het tijdens de verschillende activiteiten geproduceerde onderwatergeluid is de meest aannemelijke verklaring hiervoor. Daarbij kan worden gedacht aan het scheepsgeluid (m.n. schroefgeluid), geluid van sonars, ankerkettingen, het neerlaten van de poten van de jack-up schepen etc.

Ook voor de mitigatie van het heigeluid is veel extra (scheeps)activiteit nodig. Al deze activiteiten leiden tot minder grote verstoringafstanden dan verstoringafstanden door (niet gemitigeerd) heigeluid. In een zeer recente studie werd gerapporteerd dat scheepsgeluid bij bruinvissen tot verstoringafstanden van ca. 4 km kan leiden (Benhemma Le Gall et al., 2021). Voor het doen van kwantitatieve uitspraken over mogelijke populatie-effecten van het aan de constructie en operatie van windparken gerelateerde geluid, zijn echter onvoldoende kwantitatieve gegevens over aantal scheepsbewegingen, geluidsniveaus en de bijbehorende drempelwaarden voor verstoring van bruinvissen beschikbaar.

De verwachting is echter dat de effecten ten opzichte van het aantal scheepsbewegingen van de reguliere scheepvaart op de zeer druk bevaren Zuidelijke Noordzee verwaarloosbaar zijn (zie ook nog niet gepubliceerde resultaten metingen Borssele windpark). Continu geluid van operationele windturbines is in het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is (Tougaard et al., 2020).

Verwijdering bestaande windparken en onderwatergeluid

Verschillende offshore windparken zijn aan het einde van hun levensduur en meer en meer van deze parken zullen in de komende twee of drie decennia worden ontmanteld. Er zijn nog geen voorbeelden beschikbaar van de wijze waarop ontmanteling van windparken op zee zal plaatsvinden en dus ook niet of en zo ja, hoeveel onderwatergeluid daarbij zal worden geproduceerd. Om de monopiles op een duurzame en kosteneffectieve manier te verwijderen, worden nieuwe technieken ontwikkeld. Hydraulische extractie van monopiles is een van de nieuwe methoden voor het verwijderen van de volledige monopile. Hierbij kan al het staal worden teruggewonnen en gerecycled. Deze techniek verkeert echter nog in de onderzoeksfase.

8 Scheepvaartveiligheid

8.1 Inleiding

Een windpark in windenergiegebied Nederwiek kan effect hebben op de scheepvaartveiligheid. Schepen kunnen in aanvaring komen met windturbines, en de aanwezigheid van een windpark kan daarnaast ook leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen. In Figuur 8.2 zijn de scheepvaartcorridors rondom kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) te zien. Effecten op scheepvaartveiligheid zijn daarom een belangrijk aandachtspunt bij de besluitvorming rondom windparken op zee.

Een aanvaring op zee kan grote milieugevolgen hebben. Voorbeelden hiervan zijn de olieverontreinigingen die zijn opgetreden bij scheepsrampen in 2002 (de enkelwandige olietanker Prestige bij de noordkust van Spanje en de Tricolor aan de zuidoostkust van Engeland). Aanvaringen met offshore wind-infrastructuur zijn bovendien zeker niet ondenkbaar. Een voorbeeld hiervan is de aanvaring van het op drift geraakte vrachtschip Julietta D met het TenneT platform van het windpark Hollandse Kust Zuid.⁶⁸

Om de effecten op scheepvaartveiligheid in beeld te brengen is een specialistische veiligheidsstudie uitgevoerd door MARIN. De rapportage van MARIN is opgenomen in Bijlage 6. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van deze studie samengevat. Het is hierbij goed om op te merken dat er een aantal kanttekeningen zijn te plaatsen bij de modellering van met name de gevolgschade. Zie hiervoor paragraaf 8.2.3. De resultaten zijn ook gebruikt in eerdere effectonderzoeken voor kavelbesluiten. Daar waar nodig zijn bij de kwantitatieve uitkomsten nuances aangebracht, mede op basis van de cumulatieve studies van MARIN uit 2019⁶⁹ en 2022⁷⁰.

Het uitgangspunt in dit MER is dat er geen sprake zal zijn van integrale doorvaart⁷¹. Wel is doorvaart voorzien voor kleinere schepen - tot 46 meter lengte - in de oost-west georiënteerde doorvaartpassage. Aan de noordkant van de kavel I loopt een beoogde clearway voor de scheepvaart tussen IJmuiden en Newcastle. Daarnaast ligt er een scheepvaartroute aan de oostzijde van kavel I.

Doorvaartpassage(s)

Als gevolg van windparkontwikkeling zijn maatregelen nodig om een vlotte en veilige scheepvaart te kunnen borgen. Binnen windenergiegebieden kan doorvaart toegestaan worden in speciaal aangewezen doorvaartpassages (bedoeld voor schepen met een lengte tot 46 meter waardoor de doorvaartpassages geschikt zijn voor de kottervloot en een groot deel van de recreatievloot). Deze doorvaartpassage worden ingericht als een tweerichtingsverkeersstelsel waar scheepvaart het windenergiegebied kan passeren⁷².

Voor het bepalen van de breedte van de doorvaartpassage is de basisvoorwaarde om in beeld te hebben welke nautische activiteiten in de passage plaats moeten kunnen vinden. Door Movares is onderzoek

⁶⁸ <https://www.noordzeeloket.nl/beleid/interdepartementaal-directeuren-overleg-noordzee/idon-nieuwsbrief/nr-38/moswoz-onderzoek-scheepvaartveiligheid/>

⁶⁹ J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof, J. Valstar. WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen. MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019

⁷⁰ Y. Koldenhof. SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040. MARIN, 31797-1-MO-rev.1.0, augustus 2022

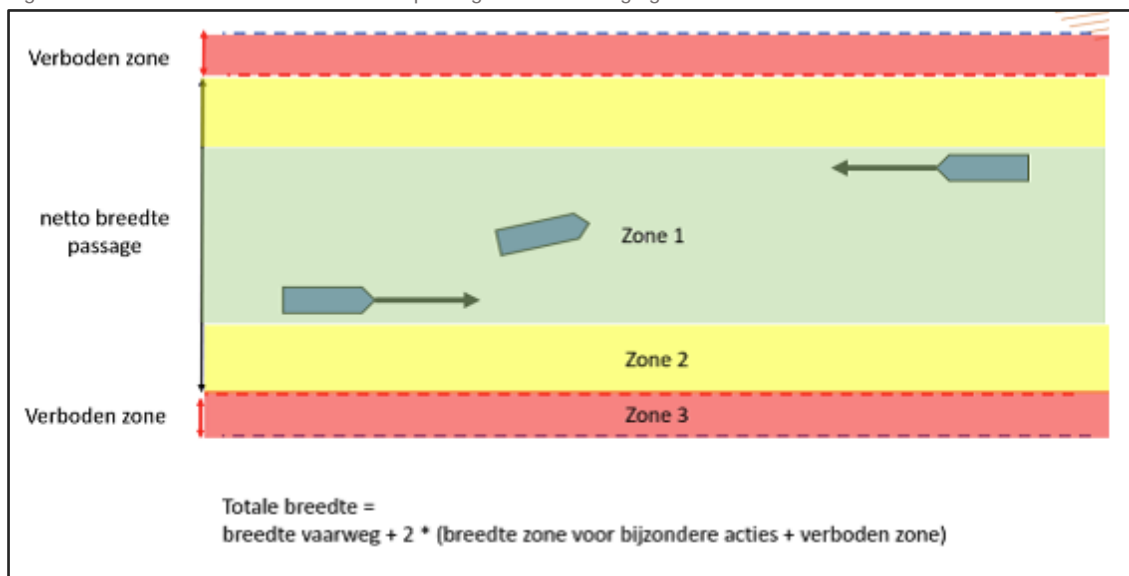
⁷¹ Integrale doorvaart betekent vrije doorvaart binnen windenergiegebieden of windparken, waarbij schepen geen gebruik hoeven te maken van aangewezen doorvaartpassages en zelf koers kunnen bepalen.

⁷² Programma Noordzee 2022-2027

gedaan naar de benodigde breedte van doorvaartpassages⁷³. Hieruit blijkt dat voor een doorvaartpassage in een windenergiegebied een 3-zonemodel kan worden gehanteerd om de breedte te bepalen. Daarbij gelden de volgende zones (zie Figuur 8.1):

- Zone 1: zone voor normale vaarbewegingen
- Zone 2: zone voor bijzondere acties (man-overboord-manoeuvre, rondtorn of zeilschepen die overstag raken)
- Zone 3: ter bescherming van de objecten in het windenergiegebied en verboden gebied voor de scheepvaart

Figuur 8.1 Het 3-zonemodel voor doorvaartpassages in windenergiegebieden



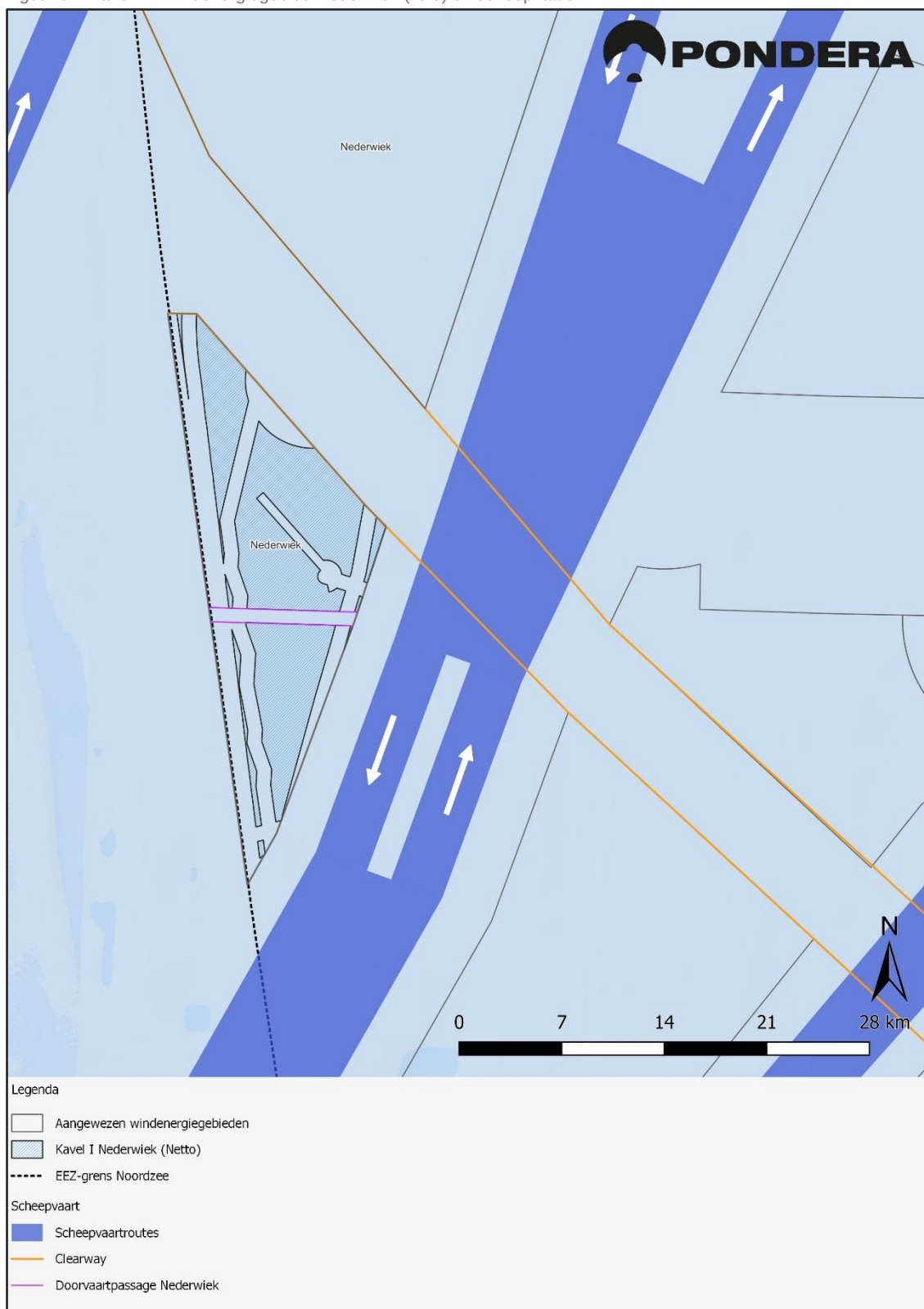
De doorvaartpassage door windenergiegebied Nederwiek (zuid) is benodigd voor de scheiding tussen routegebonden en niet-routegebonden scheepvaart zoals de recreatievaart. De routegebonden scheepvaart zal gebruik maken van de clearway tussen Nederwiek (zuid) en Nederwiek (noord). Ook voor de indeling en breedte van de doorvaartpassage is het 3-zonemodel gehanteerd. De breedtes van de zones zijn als volgt:

- Zone 1: 368 meter
- Zone 2: 275 meter
- Zone 3: 150 meter

De bevaarbare ruimte is dan 918 meter (368 + 2x 275 meter), hierna in het MER afgerond naar 950 meter. Aan weerszijde van de bevaarbare ruimte ligt een strook van 150 meter waardoor de afstand tussen twee windturbines aan weerszijde van de doorvaartpassage minimaal 1250 meter bedraagt (950 + 300 meter). Voor het laveren van recreatievaart (bijvoorbeeld zeilschepen) is 700 meter benodigd en hiervoor kan zowel zone 1 als zone 2 worden gebruikt, waarbij laveren in zone 2 de voorkeur heeft.

⁷³ <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/nieuws-windenergie-zee/onderzoek-afgerond-veilige-doorvaartpassages/>

Figuur 8.2 Kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) en scheepvaart



Bandbreedte en alternatieven

Er is gekozen om een veiligheidsstudie uit te voeren voor één inrichtingsvariant met de grootste verwachte effecten voor de kavel (worst-case benadering). Voor scheepvaartveiligheid is er gekozen voor een configuratie met 153 windturbines met een vermogen van 15 MW (alternatief 1c), geplaatst op monopiles. Dit is de configuratie met de meeste windturbines en dit vormt daarmee dan ook voor scheepvaartveiligheid de worst-case. Configuraties met minder windturbines leveren dan ook een minder grote kans op aanvaringen en aandrijvingen.

Beoordelingskader

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect scheepvaartveiligheid worden de beoordelingscriteria uit Tabel 8.1 gebruikt. Met deze beoordelingscriteria zijn de effecten van het windpark op de scheepvaartveiligheid beschreven. De effecten zijn kwantitatief en deels kwalitatief beschreven.

Tabel 8.1 Overzicht deelaspecten en beoordelingscriteria scheepvaartveiligheid

Deelaspecten	Beoordelingscriteria
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving
Scheepvaartbewegingen	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart

8.2 Aanpak MARIN

Om de effecten van een windpark in kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) op de scheepvaart te kunnen berekenen, moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. In de volgende paragraaf wordt het SAMSON-model geïntroduceerd.

De scheepvaart moet het windpark op minimaal 500 meter passeren in verband met de veiligheidszone rondom een windpark. De mate waarin de verkeersafwikkeling wordt beïnvloed, hangt af van de grootte en ligging van het windpark. Voor de locatie van een windpark in windenergiegebied Nederwiek (zuid) wordt daarom de modellering van het routegebonden verkeer gebruikt zoals deze aangemaakt is voor een studie naar de cumulatieve effecten van alle windenergiegebieden die mogelijk aangewezen worden in 2030 en met doorkijk naar 2040⁷⁰. Vervolgens kunnen de ongevalskansmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart.

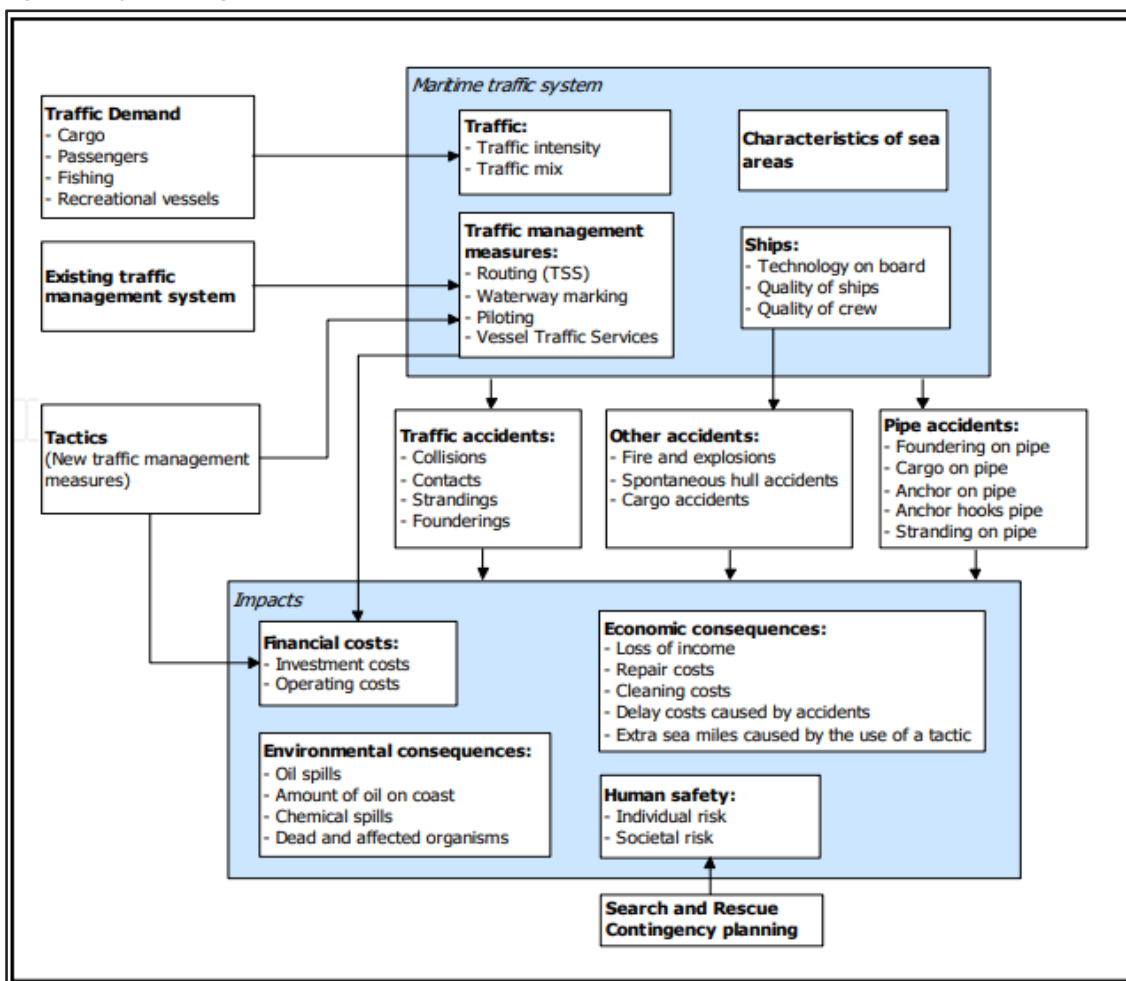
8.2.1 Het SAMSON-model

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 (beleids)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 letsel.

Het model is ontwikkeld voor het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. In Figuur 8.3 is het systeemdiagram van het SAMSON-model weergegeven. Vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok 'Maritime traffic system' (rechts boven) bevat vier sub-blokken die samen het verkeersbeeld beschrijven. 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 van ongevallen worden bepaald.

Figuur 8.3 Systeemdiagram SAMSON



Scheepvaartverkeer

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 wat de verdeling van het verkeer over die link 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 koopvaardischepen, 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, supplyvaart⁷⁴, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON worden deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Routegebonden scheepvaart

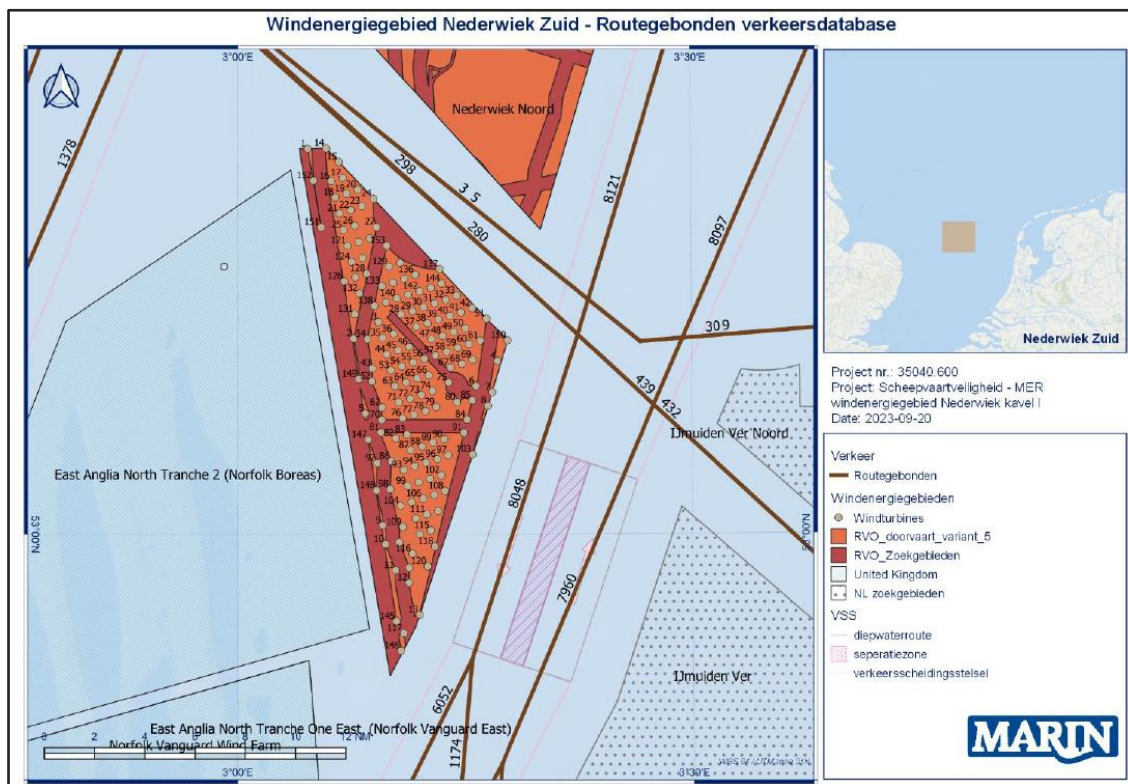
De routegebonden scheepvaart is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels (VSS) beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land, zie Figuur 8.4. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen, aangezien men overall mag varen zolang men de regels in acht neemt. Het aandeel van het verkeer dat buiten de routes vaart is echter zeer klein, aangezien de links de kortste en veiligste verbindingen tussen havens omvatten waarbij rekening wordt gehouden met ondieptes en andere obstakels.

In de studie van het MARIN wordt in de basis gebruik gemaakt van de uitgangspunten die gebruikt zijn binnen het onderzoek naar de cumulatieve effecten van wind op zee⁷⁰. Hier is ook rekening gehouden met de naastgelegen windenergiegebieden Norfolk Boreas en Norfolk Vanguard East in het Verenigd Koninkrijk. Omdat in die studie geen rekening is gehouden met de verkeersgroei, is de verkeersdatabase voor dit MER-onderzoek gecorrigeerd met de groeicijfers zoals vastgesteld door de Erasmus Universiteit. Die groeicijfers zijn ook al eerder toegepast in de studie van Doorn et al.⁶⁹

In het onderzoek naar de scheepvaartveiligheid van windenergiegebied Nederwiek, in tegenstelling tot de eerdergenoemde onderzoeken naar cumulatieve effecten, is een gewijzigde worst-case opstelling van de windturbines meegenomen. In de cumulatieve studies werd een uniform grid gebruikt.

⁷⁴ Het voorzien van bijvoorbeeld offshore platforms van noodzakelijke artikelen, zoals levensmiddelen maar ook reserveonderdelen.

Figuur 8.4 Routegebonden verkeersdatabase (bron: MARIN)



Niet-routegebonden verkeer

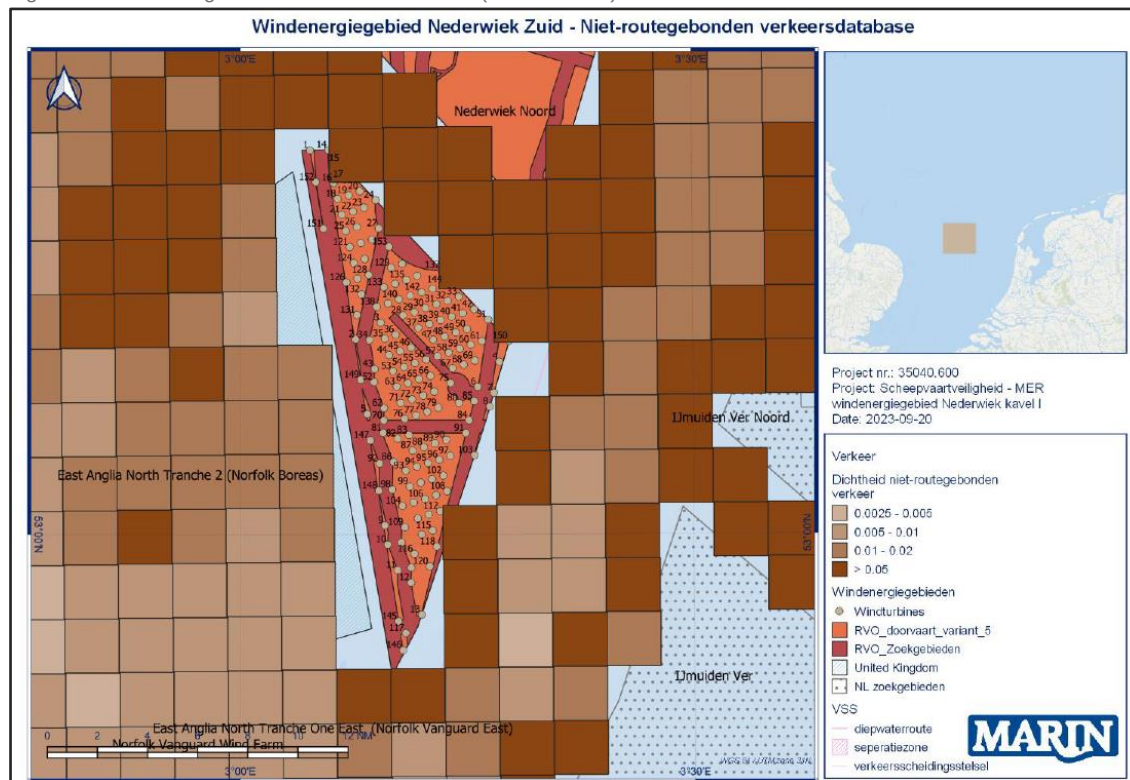
Het niet-routegebonden verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op dezelfde wijze worden gemodelleerd. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd.

Met een analyse van AIS-data uit 2022 is de gemiddelde dichtheid van het verkeer bepaald in 4 x 4 km rastercellen, zie Figuur 8.5. Net als het routegebonden verkeer zijn ook deze cijfers gecorrigeerd met de groeicijfers, zoals berekend door de Erasmus Universiteit Rotterdam. In de analyse was het uitgangspunt dat er binnen kavel I Nederwiek (zuid) geen sprake zal zijn van integrale doorvaart door kleinere schepen. Dit is conform het vastgestelde beleid rond doorvaart uit het Programma Noordzee 2022-2027. Het verkeer dat zich eerst binnen de grenzen van het windenergiegebied bevond, is verplaatst naar de randen rond het windenergiegebied, in overeenstemming met de uitgangspunten van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040. Voor meer informatie wordt verwezen naar het onderzoek van MARIN (zie Bijlage 6).

Doorvaart door kleinere schepen (≤ 46 meter) is wel toegestaan in de oost-west georiënteerde doorvaartpassage (zie 8.1. 'Doorvaartpassage(s)'). Echter is het gebruik van deze passage, het aantal scheepsbewegingen per jaar, per type en per grootteklasse onbekend waardoor een kwantitatieve benadering niet mogelijk is. Het effect van deze doorvaartpassage wordt daarom kwalitatief beschreven in dit MER.

Het Nederlandse doorvaartbeleid geldt niet voor de naastgelegen windenergiegebieden in het Verenigd Koninkrijk. Daar is het toegestaan dat schepen zich binnen het windenergiegebied begeven.

Figuur 8.5 Niet-routegebonden verkeersdatabase (bron: MARIN)



Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende sub-modellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) voor de scheepvaart te kwantificeren, is het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald. Hiervoor zijn de volgende modellen gebruikt:

- o Contact met een vast object (windturbine)
 - o Als gevolg van een navigatiefout (rammen)
 - o Als gevolg van een motorstoring (driften)

8.2.2 Modelleren gevolgschade

Door een aandrijving of een aanvaring met een windturbine kan schade ontstaan. Dit wordt gevolgschade genoemd. Deze gevolgschade 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 of aandrijving.

Van de schepen die in aanvaring of aandrijving met het windpark kunnen komen zijn gegevens bekend over vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Daarmee kan de maximale energie aanwezig in de botsing bepaald worden. Deze energiemaat wordt gebruikt om, deels op basis van

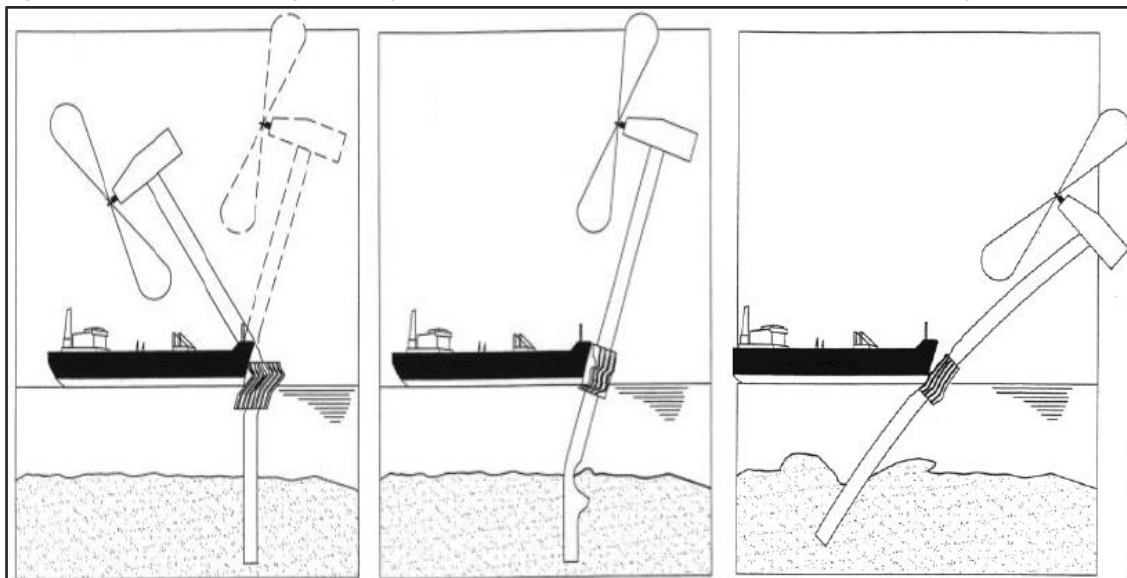
ervaring en deels op basis van complexe berekeningen, de schade aan een schip te bepalen dat in aanvaring met een ander schip of met een object komt. Het uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De aanwezige energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype met daarbij de kans dat deze situatie optreedt.

Bepalen schade aan windturbine en schip

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van windturbines is onderzocht.⁷⁵ Hieruit bleek dat bij bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en daarbij slechts een fractie van de energie verliest. Dit resultaat wordt bevestigd vanuit recentere studies met grotere windturbines.⁷⁶ Dit onderwerp wordt verder onderzocht in het kader van Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ), dit wordt verder toegelicht in paragraaf 8.2.3. Voor de verdere analyse van de gevolgschade worden de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden (zie Figuur 8.6):

- **Knikken:** de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vastzitten. Tenslotte valt de windturbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de windturbine 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) omvergeduwd. 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 8.6 Verschillende bezwijkvormen (van links naar rechts: knikken, scharnieren met omverduwen)



⁷⁵ J. Barentse. Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie Jacobs Comprimio Nederland, juli 2000

⁷⁶ J.H.A. van Rooij. Investigation of ship impact against wind turbine foundations in the Dutch part of the North Sea – part 3. HVR engineering, 081.R030.M008-Rev.1, 24 mei 2023

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 8.2 is 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. Deze gevolgschadetabel wordt al lange tijd gebruikt voor kleine windturbines (<5 MW)⁷⁵, en is geactualiseerd op basis van onderzoek naar aanvaringen met een 10 MW turbine⁷⁶. Het bovenste deel van Tabel 8.2 geldt wanneer de windturbine knikt. Kleine schepen (<1000 GT) hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken.

Bij frontale en frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg en huid van het schip, maar zal geen ernstige schade optreden in het ladinggedeelte van het schip ("Geen" in Tabel 8.2). 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. In dat gedeelte zal een lek geen uitstroom tot gevolg hebben, omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaiende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Er kan schade ontstaan aan het dek als de mast en/of gondel op het dek valt.

Er zijn meer scenario's denkbaar, en met hogere risico's, dan hiervoor beschreven. Zie het onderzoek van Marin (2019)⁶⁹:

- Voor kleinere scheepvaart (en zeker snel varende schepen zoals tenders) kan grote schade aan het schip (zelfs zinken) en persoonlijk letsel optreden;
- Hetzelfde geldt voor vissersschepen die in het meest extreme geval kunnen omslaan bij schampen;
- Ook kan een schip op het laatste moment uitwijken (na een navigatiefout) en bij een uitwijkpoging alsnog de windturbine midscheeps raken. Dan ontstaat er een groter risico op schade aan de scheepshuid;
- Indien er uitstekende delen zijn op de windturbine, kan wel degelijk bij schampen of aandrijvingen aanvullende schade of letsel optreden, zoals bij hutten met bemanning en/of passagiers die aan de buitenzijde van een schip tegen de scheepshuid zijn gelegen.

Tabel 8.2 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de windturbine en het schip op basis van een 10 MW windturbine. Gos = Gondel op schip en Mos = mast op schip na plastische vervorming

Bezwijkvormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschip (10%)			Lateraal excentrisch (90%)		
		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	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen
	500-1000	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen
	1000-1600	5%	Gos Mos [†]	Dek	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Dek	0%	Nee	Geen
	1600-10000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek	1%	Gos Mos	Dek	0%	Gos Mos	Dek
	10000-30000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek	1%	Gos Mos	Dek	1%	Gos Mos	Dek
	30000-60000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek	1%	Gos Mos	Dek	1%	Gos Mos	Dek
	60000-100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek	1%	Gos Mos	Dek	1%	Gos Mos	Dek
	>100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek	2%	Gos Mos	Dek	2%	Gos Mos	Dek
Scharnieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	99%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	99%	Ja	Huid	99%	Ja	Huid
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	99%	Ja	Huid	99%	Ja	Huid
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	99%	Ja	Huid	99%	Ja	Huid
	>100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	98%	Ja	Huid	98%	Ja	Huid

Bepalen persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel is voor een aanvaring/aandrijving te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in Tabel 8.2). 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:

- Het 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 8.2). Aangezien het niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt, wordt er 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.
 - Het oppervlak van de mast, inclusief het volledige rotorblad, wordt meegenomen in de berekening. 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. Deze

groep zit echter 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: de kans is immers voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

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

8.2.3 Kanttekeningen bij de modellering van de gevolgschade

Schade aan windturbine en schip

Onderzoek naar gevolgschade bij schip-turbine aanvaring zijn onderdeel van het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) van Rijkswaterstaat. Dit programma loopt tot 2029 en de eerste onderzoeken naar de gevolgschades aan een grotere 10 MW windturbine zijn afgerond^{76 77}. Meer gedetailleerd vervolgonderzoek, waarbij ook de mogelijke failure modes aan het schip worden onderzocht, is eind 2023 opgestart.

Er bestaan echter nog steeds leemten in kennis, met name veroorzaakt door de snelle schaalvergroting van windturbines. Huidige onderzoeksresultaten zijn gebaseerd op een 10 MW windturbine, terwijl in windenergiegebied Nederwiek windturbines van minimaal 15 MW zijn voorzien. Het ontbreken van inzicht in failure modes aan schepen, door aanvaren van grotere windturbines, maakt dat diverse typen gevolgschade momenteel beperkt of geheel niet zijn in te schatten. In deze paragraaf wordt aangegeven welke gevolgschades ontbreken en welke verwachting bestaat ten aanzien van de wel gekwantificeerde schades.

Schade aan het schip

De verwachting is dat het schampen van een grotere 15 MW-windturbine wel degelijk grotere gevolgen kan hebben voor het schip. De sterkere, uitstekende constructieonderdelen van windturbines zouden de zwakkere scheepshuid kunnen doorboren. In de driftsituaties waar schade aan de scheepshuid wordt voorzien, is de verwachting dat de schade toeneemt. Afhankelijk van het type schip en locatie van de impact kunnen dit soort driftsituaties schade veroorzaken. Milieuschade door het lek raken van een brandstoftank of persoonlijk letsel wanneer bemannings- en passagiershutten zich direct achter de scheepshuid bevinden.

Het uitgangspunt in de meeste onderzoeken is dat de windturbines niet operationeel is op het moment dat een schip te dicht nadert. Met het in de windenergiegebieden aanwezige veiligheidssysteem kan de draaiende rotor worden gestopt op het moment dat een schip te dicht nadert. Falen van dit systeem wordt niet meegenomen in de omschreven kwantificering van de gevolgschade.

Persoonlijk letsel

Het uitgangspunt in de MARIN-studie en eerdere studies is dat persoonlijk letsel alleen te verwachten is wanneer de gondel met mast op het schip valt (Gosmos). Daarmee wordt geen rekening gehouden met

⁷⁷ J.H.A. van Rooij. Investigation of ship impact against wind turbine foundations in the Dutch part of the North Sea. HVR engineering, 081.R030.M006, 9 december 2020

persoonlijk letsel dat kan ontstaan doordat een schip een windturbine schampt ter hoogte van bemannings- of passagiersverblijven. Slachtoffers als gevolg van zinken na aanvaren en slachtoffers door omslaan met bekneling of verdrinking zijn ook niet meegenomen in de analyse. De kans op zinken of omslaan als gevolg van aanvaren of aandrijven is niet bekend.

De verwachting is dat voor grotere 15 MW-windturbine een sterkere constructie nodig zal zijn dan bij kleinere windturbines waar de schadematrix op is gebaseerd. Door die sterkere constructie is een grotere scheepsmassa nodig om schade te veroorzaken aan de windturbine. De schadematrix is dus voor persoonlijk letsel als gevolg van de vallende gondel conservatief van aard.

Ladinguitstroom

De verwachting is dat grotere windturbines (>10 MW) meer schade aan de scheepshuid kunnen veroorzaken met substantieel meer olie-uitstroom tot gevolg. Er zijn op dit moment geen onderzoeksresultaten op basis waarvan het effect van grotere windturbines kan worden gekwantificeerd. Daarom is ervoor gekozen om de uitstroom van bunker- en ladingolie niet op te nemen bij de milieueffecten. De onzekerheid over de uitgangspunten van de bestaande modellering binnen SAMSON is te groot om een betrouwbaar resultaat te geven.

Effecten voor de scheepvaart door een wijziging in de routestructuur en cumulatieve effecten

Als er beleidsmatig gekozen wordt voor het afsluiten van offshore windparken ontstaat er een “verboden” gebied voor alle scheepvaart, met uitzondering van reparatie- en onderhoudsvaartuigen. Vanwege dit “verbod” moeten sommige schepen een andere route volgen dan vóór de bouw van het windpark. Het verkeersbeeld rond het windpark verandert hierdoor, wat effect kan hebben op de scheepvaartveiligheid. In de cumulatieve studie van Wind op Zee 2030 met doorkijk naar 2040⁷⁰ zijn berekeningen uitgevoerd om het aantal aanvaringen tussen schepen en aanvaringen met platformen en windturbines te bepalen. Voor het bepalen van de effecten voor de scheepvaart door de wijzigingen in de routestructuur wordt binnen deze huidige studie gebruik gemaakt van deze cumulatieve studie.

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, met andere woorden voldoende ruimte, te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windparken kunnen dit zicht belemmeren, zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven onder andere “dikke” echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De “Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee” (artikel 8) van het Verdrag inzake Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (1972, Londen), eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie. Er wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdig actie te nemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark 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.

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. Voor meer informatie over de uitgangspunten van de studie naar kruisende scheepvaart wordt verwezen naar het onderzoek van MARIN (zie Bijlage 6).

8.3 Effectbeschrijving

8.3.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

De bouw van een windpark in kavel I in Nederwiek (zuid) voegt een nieuw type risico toe 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 berekening zijn gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark. In de modellering wordt rekening gehouden met de mogelijkheid dat één schip meerdere turbines raakt.

In Tabel 8.3 is de kans weergegeven op een aanvaring of aandrijving per jaar, gesommeerd over alle windturbines. Hierbij zijn de totale aanvaar- en aandrijffrequenties weergegeven door zowel routegebonden verkeer (R-schepen) als niet-routegebonden verkeer (N-schepen).

Uit de tabel blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel I 0,0387 per jaar is. Dit staat gelijk aan één aanvaring of aandrijving per 26 jaar.

Tabel 8.3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor Kavel I Nederwiek (zuid)

Variant	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar			Aantal aandrijvingen (driften) per jaar			Totaal aantal per jaar	Eens per ... jaar
		R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
Nederwiek (zuid) Kavel I	153	0,0038	0,0099	0,0137	0,0233	0,0017	0,0250	0,0387	26

De kans op een aanvaring of aandrijving hangt ook af van het aantal turbines. In Tabel 8.4 zijn de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine weergegeven. Om de spreiding in kansen weer te geven zijn ook de windturbines binnen kavel I met de hoogste en laagste frequentie weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde kans op aanvaring/aandrijving per windturbine 0,000253 is, wat gelijk staat aan één aanvaring of aandrijving per 3.951 jaar. De totale frequentie van aanvaringen en aandrijvingen van de individuele windturbines varieert tussen de eens in de 1.023 jaar en 89.794 jaar.

De gemiddelde en maximale frequentie per windturbine is vergelijkbaar met de aanvaar- en aandrijffrequenties voor kavels Alpha, Beta en Gamma binnen windenergiegebied IJmuiden Ver, maar aanmerkelijk lager dan de aanvaar- en aandrijffrequenties voor windenergiegebied Hollandse Kust (west).

De windturbine met de hoogste aanvaar- en aandrijfkans is turbine 150 op de noordoosthoek van kavel I. Met name de kans op aanvaren domineert voor deze windturbine, wat afwijkend is ten opzichte van de kansen voor de kavel als geheel waar aandrijven een hogere frequentie kent. De hoge aanvaarkansen voor windturbine 150 komen met name door de langsvarende ferry/passagiersschepen, olietankers en aanwezige vissers. Zowel de ferry als het scheepvaartverkeer op het VSS varen relatief dicht langs de turbines. De clearway tussen Nederwiek (noord) en (zuid) is 4 NM (7.400 meter) breed⁷⁸. Daarnaast is de afstand tussen de windturbines en de diepwaterroute aan de oostzijde van windenergiegebied Nederwiek 1,6 NM.

Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per windturbine per jaar

Variant	Turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar			Aantal aandrijvingen (driften) per jaar			Totaal aantal per jaar	Eens per ... jaar
		R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
Gemiddeld alle turbines windpark	153	2,50E-05	6,45E-05	8,95E-05	1,52E-04	1,13E-05	1,64E-04	2,53E-04	3.951
Turbine met maximale frequentie	#150	2,38E-04	4,51E-04	6,88E-04	2,64E-04	2,51E-05	2,90E-04	9,78E-04	1.023
Turbine met minimale frequentie	#127	4,22E-07	1,07E-05	1,11E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,11E-05	89.794

8.3.2 Gevolgschade

In deze paragraaf worden de uitkomsten van een kwantitatieve analyse naar de gevolgschade beschreven. In paragraaf 8.2.2 en Bijlage 6 staat een nadere toelichting van de kwantificering en de aandachtspunten van de analyse. In het geval dat de gegeven aandachtspunten leiden tot een verwachte afwijking van de uitkomsten, wordt dat benoemd.

Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip zijn drie types te onderscheiden:

1. Schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring
2. Alleen schade aan de scheepshuid
3. Geen schade

In Tabel 8.5 staat per scheepstype en per type schade het aandeel in het totale aantal aanvaringen/aandrijvingen met een windturbine. In de tabel is bijvoorbeeld te zien dat in bijna 21% van de aanvaringen of aandrijvingen met een windturbine er sprake is van schade aan de scheepshuid van een olietanker. In totaal is er in ruim 54% van de aanvaringen of aandrijvingen sprake van schade aan de scheepshuid. Zie Bijlage 6 voor de absolute kansen van ieder type schade aan het schip.

⁷⁸ Programma Noordzee 2022-2027

Tabel 8.5 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequenties per scheepstype en soort schade

	GosMos	Schade aan scheepshuid	Geen schade	
Olietanker	0,5%	21,0%	2,8%	24,3%
Chemicaliëntanker	0,2%	11,5%	3,5%	15,2%
Gastanker	0,2%	4,8%	1,3%	6,2%
Container+ RoRo	0,2%	4,0%	2,0%	6,3%
Ferry	0,3%	2,5%	2,1%	4,8%
Overige R-schepen	0,2%	9,7%	3,2%	13,1%
N-schepen	1,4%	0,7%	27,9%	29,9%
Alle schepen	3,0%	54,2%	42,8%	100%

Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines zijn vier types te onderscheiden:

1. Geen schade
2. De turbine kan scheef gaan staan
3. De turbine kan omvallen
4. De gondel en mast kunnen op het schip vallen

In Tabel 8.6 staat per type gevolgschade het aandeel in de totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie.

Op basis van de kanttekeningen in paragraaf 8.2.3 wordt verwacht dat de kans op een schip-turbine aanvaring, waarbij geen schade aan de turbine ontstaat, zal toenemen en daarmee de kans op een scheve en/of omgevallen windturbine zal afnemen.

Tabel 8.6 Type turbineschade en aandeel in totale aanvaringen en aandrijvingen

Schade aan turbine	Aantal per jaar	Aandeel in frequentie
Geen	0,006857	18%
Scheef	0,022645	58%
Omvallen	0,008056	21%
GosMos	0,001162	3%
Totaal	0,038721	100%

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. Uit de berekeningen blijkt dat 65% van de contacten met windturbines door driften wordt veroorzaakt en 35% door rammen. In Bijlage 6 staat de verdeling van de aanvaar-/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergieniveaus gegeven.

Kader 8.1 Aanvaar- en aandrijffrequenties van andere funderingstypen

De aanvaar- en aandrijffrequenties zijn afhankelijk van de breedte van de constructie op de waterlijn van belang. Want hoe groter het waterdoorsnijdend oppervlak, hoe groter de kans dat de constructie wordt geraakt. Daarom zullen de aanvaar- en aandrijffrequenties van bredere constructies op de waterlijnen, zoals bij jackets, suction buckets of drijvende funderingen met meerdere (semi-submersible) drijvers op de waterlijn, naar verwachting hoger zijn dan de onderzochte monopiles in dit hoofdstuk.

Er zijn geen onderzoeken beschikbaar ter onderbouwing van de gevolgschade voor de overige gefixeerde funderingen, zoals jackets, suction buckets, of tripods. Andere constructies dan monopiles, zoals jackets, suction buckets of tripods, kunnen tot andere faalscenario's leiden voor zowel de turbine zelf als voor het schip. Er kan dus voor deze type funderingen nog geen uitspraken gedaan worden over de omvang van de gevolgschade vergeleken met monopiles. Hiervoor is meer onderzoek benodigd. Wel is de verwachting dat een windturbine met een drijvende fundering een lagere gevolgschade zal hebben bij een aandrijving of aanvaring dan een windturbine met een gefixeerde fundering. Door de lagere stijfheid van het afmeersysteem van een drijvende turbine zal de turbine meer meebewegen waardoor al een deel van de botsingsenergie dissipeert. Echter naarmate de snelheid van het schip toeneemt zal het verschil met een gefixeerde windturbine kleiner worden.

Persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel 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 windturbine. In Tabel 8.7 is voor kavel I een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast.

Naast gevolgen voor personen door het vallen van een mast of gondel zijn ook andere scenario's denkbaar waarbij er gevolgen zijn voor personen aan boord, bijvoorbeeld wanneer een (passagiers)schip langs een windturbine schampt en er schade aan de huid ontstaat ter hoogte van slaapvertrekken. Deze gevolgen zijn niet beschouwd in het onderzoek uit 2005 naar de gevolgschade. De gevolgen voor personen aan boord is dan ook zeker een belangrijk onderdeel in vervolgonderzoek naar schade aan schip en windturbine na een aandrijving of aanvaring. Tijdens de uitvoering van de studie voor Nederwiek (zuid) was er nog onvoldoende kennis beschikbaar voor een goede kwantitatieve beschouwing van deze gevolgen.

Voor kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving van een windturbine 0,034953. Dit is in de situatie waarbij de mast en gondel op het dek van een schip vallen.

Tabel 8.7 Overlijdensrisico bij aanvaringen en aandrijvingen waarbij de mast met gondel op het schip valt

	Frontaal	Schampen			
				Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar
Olietanker	1,1522E-04	8,4865E-05	4998	1,5576	0,000312
Chemicaliëntanker	1,1856E-05	5,4931E-05	14973	1,6113	0,000108
Gastanker	4,329E-05	2,9318E-05	13772	1,4540	0,000106
Container + RoRo	7,4963E-05	2,0789E-05	10444	2,0488	0,000196
Ferry	8,7939E-05	1,0711E-05	10137	70,1178	0,006917
Overige R-schepen	4,9265E-05	4,0738E-05	11111	1,6155	0,000145
N-schepen	5,3486E-04	3,3052E-06	1858	0,1276	0,000069
Totaal	9,1740E-04	2,4466E-04	861	6,7571	0,007852

8.3.3 Effect aanwezigheid platform K13-A

In de clearway tussen Nederwiek (zuid) en Nederwiek (noord) ligt het offshore platform K13-A. Het platform K13-A produceert momenteel niet vanuit het oorspronkelijke veld maar wordt gebruikt als bypass-platform voor de behandeling en transport van gas van de productieplatformen J6-A (Centrica) en K5-A (Total). Het effect van realisatie van winparken in de windenergiegebieden (waaronder windenergiegebied Nederwiek) op de aanvaar- aandrijffrequentie van het platform K13-A is al onderzocht⁷⁹. Hieruit bleek dat er dan meer schepen dichters langs het platform zullen varen waardoor de aanvaar- en aandrijffrequentie zullen toenemen. Met de aanwezigheid van het platform K13-A is met de (netto) kavelgrenzen van kavel I Nederwiek (zuid) rekening gehouden door de afstand tussen platform K13-A en de kavelgrens van kavel I minimaal 2,5 NM (circa 4,7 km) aan te houden. Dit betekent dat de passeerafstand ten opzichte van de windturbines in kavel I ruimschoots is gewaarborgd. De afstand van het K13-A platform en de grens van windenergiegebied Nederwiek (zuid) is minimaal 1,6 NM (circa 3 km).

8.3.4 Effecten van kruisende scheepvaart

In de studie van MARIN (zie Bijlage 6) worden kwalitatieve uitspraken gedaan over de uitwijkmogelijkheden voor kruisende schepen bij aanwezigheid van een windpark, om een schip-schip aanvaring te voorkomen. Het is niet mogelijk om een bepaald risico te kwantificeren. Uit de simulatorstudie blijkt dat er weinig tot geen situaties zijn waarbij kavel I de zichtlijnen negatief beïnvloedt voor bestaande scheepvaartroutes. Wel is er bestemmingsverkeer/werkvaart te verwachten. Het bestemmingsverkeer/werkvaart betreft naar verwachting goed manoeuvreerbare schepen waarvoor de 1,6 NM tot de VSS en 500 meter tot overige niet-routegebonden verkeer, voldoende is qua zicht. Dit komt ook zeker omdat de windturbines aan de oostzijde van het windenergiegebied ruimer zijn opgezet.

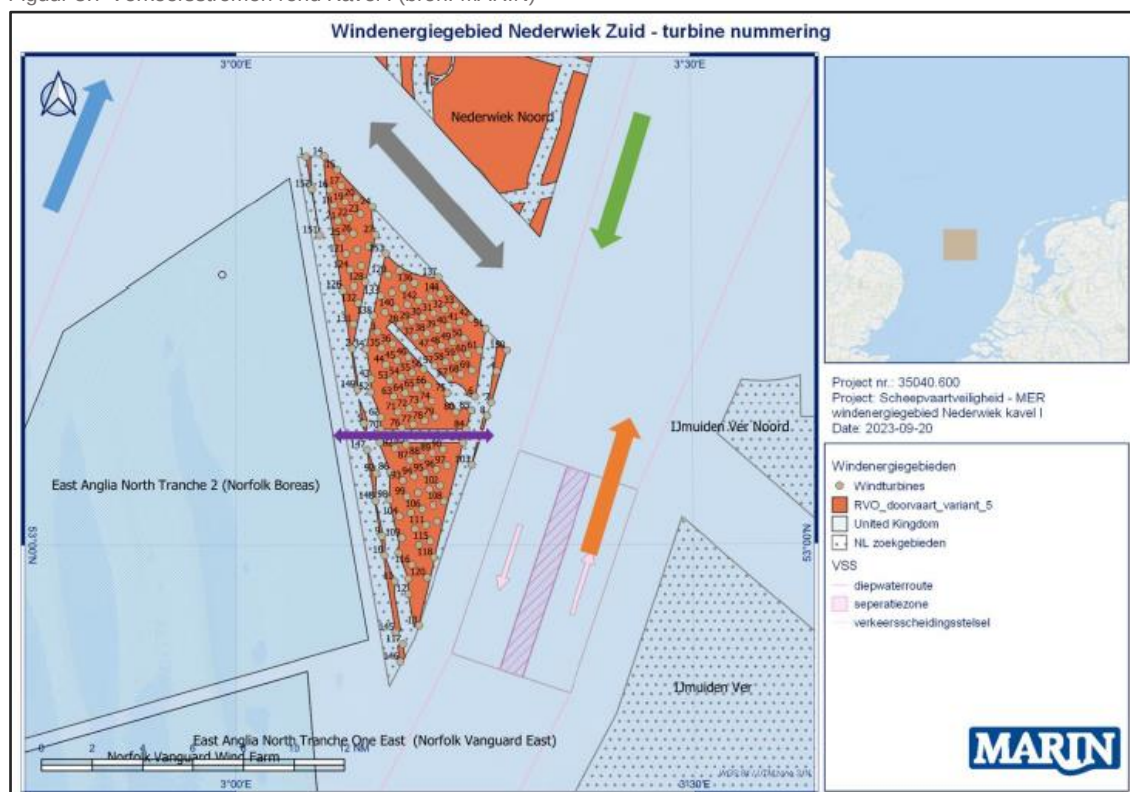
Aan de noordkant van kavel I is een clearway beoogd voor schepen, onder andere van en naar het Verenigd Koninkrijk (grijze pijl in Figuur 8.7). De schepen in deze clearway kruisen de schepen in de noord-zuid georiënteerde VSS ten oosten van de kavel (groene en oranje pijl). Hierbij hinderen de windturbines binnen kavel I niet het directe zicht. De afstand tussen noordgaande schepen op het VSS en

⁷⁹ Memo aanvaar- en aandrijffrequentie platform K13, MARIN, december 2022

de windturbines is voldoende voor goed zicht op de schepen in de clearway om uit te kunnen wijken in geval van een ontmoeting met een schip in de VSS.

De schepen in de clearway kruisen ook met schepen in de route aan de westzijde van kavel I (blauwe pijl). Dit is op zo een grote afstand tot het windenergiegebied dat er geen sprake is van zichtbelemmering.

Figuur 8.7 Verkeersstromen rond Kavel I (bron: MARIN)



8.3.5 Effecten van overige risico's voor de scheepvaart door een wijziging in de routestructuur

De cumulatieve onderzoeken van MARIN uit 2019⁶⁹ en 2022⁷⁰ zijn in dit MER gebruikt om de effecten op de scheepvaart, door de wijziging in de routestructuur, te bepalen. Uit die onderzoeken blijkt dat het cumulatieve effect van de verschillende windparken op het aantal verwachte schip-schip aanvaringen en schip-platform aanvaringen beperkt blijft. Wel is er een aanzienlijk effect op de kans op schip-turbine aanvaringen. Uit het meest recente onderzoek blijkt dat de totale verwachte aanvaar- en aandrijfkans met een turbine 0,56 per jaar is voor het scenario van de oorspronkelijke routekaart 2030. Dat is één aanvaring per 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de wind op zee-versnelling is meegenomen, loopt die kans op naar 0,987 (ongeveer een keer per jaar).

Door de ligging van Nederwiek (hele windenergiegebied) ten opzichte van het VSS heeft de aanleg van het windenergiegebied niet tot nauwelijks invloed op de routestructuur op de Noordzee. De algemene conclusie van het rapport van MARIN (zie Bijlage 6) is dat het effect voor de scheepvaart door de wijziging van de routestructuur door kavel I in Nederwiek (zuid) klein is.

8.3.6 Effecten van het werkverkeer op aanvaringsrisico

Binnen de studie van MARIN is rekening gehouden met extra werkverkeer door de bouw en het onderhoud van de windparken. De effecten van dit extra verkeer zijn meegenomen in de kwantitatieve analyse met SAMSON. In Bijlage 6 zijn de uitgangspunten toegelicht van de verwachte verkeersgroei, waaronder de verwachte groei van werkvaart.

8.3.7 Effect van de oost-west georiënteerde doorvaartpassage

In kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) is een doorvaartpassage voorzien voor kleinere schepen. De beoogde passage is 10.000 meter lang en 950 meter breed. Aan beide zijden wordt een ruimtelijke marge aangehouden van circa 150 meter ten opzichte van de windturbineposities dat verboden gebied is voor de scheepvaart. De doorvaartpassage is nodig om in een directe oost-west oversteek ter hoogte van Den Helder te voorzien voor kleinere schepen (≤ 46 meter), zoals de recreatievaart. In het MARIN-rapport staan de richtlijnen die zijn vastgelegd in het Programma Noordzee 2022-2027 beschreven die doorvaartpassages mogelijk maken.

De kans op aanvaren of aandrijven van een windturbine neemt toe bij gebruik van de doorvaartpassage, ten opzichte van de situatie waarbij geen doorvaartpassage wordt gefaciliteerd binnen het windenergiegebied. De gevolgen van de mogelijke aanvaring/aandrijving wordt als beperkt ingeschat waardoor het algehele risiconiveau beperkt blijft. De windturbines aan de zijde van het VSS zijn ruim genoeg opgezet dat er qua zicht geen problemen worden verwacht. Het ontwerp van de doorvaartpassage voldoet aan de eisen vanuit het Programma Noordzee 2022-2027 en biedt qua breedte de voorgestelde ruimte voor risicomitigatie.

8.3.8 Walradardekking

Het effect op de scheepvaartveiligheid door de invloed van een windpark in kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) op walradardekking wordt in hoofdstuk 10 beschreven.

8.4 Effectbeoordeling

8.4.1 Aandrijvingen en aanvaringen

Voor kavel I Nederwiek (zuid) zijn berekeningen uitgevoerd om de aanvaar- en aandrijfkansen met de windturbines te bepalen. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijfkans 0,0387 is. Dit staat gelijk aan één aanvaring of aandrijving per 26 jaar. De kans op aanvaringen en aandrijvingen neemt toe door de bouw van kavel I Nederwiek (zuid), waardoor dit deelaspect negatief (-) beoordeeld wordt.

Kader 8.2 Aanvaring en aandrijving risico's bij andere funderingstype

Voor de aanvaring en aandrijving risico's van schepen met windturbines is in dit hoofdstuk uitgegaan van gangbare enkelvoudige bodemgefundeerde funderingen (monopiles, gravity based, suction bucket). Het MER onderzoekt echter ook multipiles en drijvende funderingen (zie Tabel 4.2).

Van multipile en drijvende funderingen hebben multipile funderingen waarschijnlijk het grootste ruimtebeslag op de waterlijn. Bij een groter ruimtebeslag zal de aanvarings- en aandrijvingsfrequentie ook groter worden. Op basis van deskundigenoordeel (inschatting) van MARIN zal een grotere fundering met 50 meter doorsnee tot 1,5 á 2 keer zo hoge aanvaring- en aandrijf frequentie leiden voor het gehele windpark. Dit betekent dus een inschatting van de totale aanvaar- en aandrijfkans van 0,0581 á 0,0774 ten opzichte van 0,0387.

Bij de keuze van een ander funderingstype zal de gevolgschade mogelijk afwijkend zijn. In Kader 8.1 is de relatie tussen funderingstype en gevolgschade beschreven. Het is nog onbekend welk funderingstype wordt gekozen door een initiatiefnemer van het offshore windpark.

8.4.2 Gevolgschade

Uit de berekening van MARIN blijkt dat in ruim 54% van de aanvaringen of aandrijvingen door alle scheepstypen schade aan de scheepshuid optreedt. In slechts 3% van de aanvaringen of aandrijvingen zal de gondel en mast op het schip vallen.

Voor de kans op schade aan de windturbines kan op basis van de kanttekeningen (paragraaf 8.2.3) geconcludeerd worden dat de kans op een schip-turbine aanvaring, waarbij geen schade aan de turbine ontstaat, zal toenemen en daarmee de kans op een scheve en/of omgevallen windturbine zal afnemen.

Voor kavel I Nederwiek (zuid) is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of -drijving met een windturbine 0,007852. Er wordt uitgegaan van een mast met gondel die op het schip valt. Er zijn wel een aantal kanttekeningen te plaatsen bij dit cijfer: een aantal scenario's is buiten beschouwing gelaten en de schadematrix is conservatief van aard voor persoonlijk letsel (de cijfers zijn gebaseerd op kleinere turbines dan die nu worden gebouwd, zie paragraaf 8.2.3).

Het deelaspect gevolgschade wordt licht negatief (0/-) beoordeeld, omdat er een verwacht aantal doden per jaar door een aanvaring zijn. Echter is de schadematrix wel conservatief van aard.

8.4.3 Kruisende scheepvaart

Voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt dat, gelet op de verschillende verkeer routes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. Dit deelaspect wordt daarom neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 8.8 Beoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaartbewegingen	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

8.5 Cumulatie

In dit hoofdstuk (en in de achtergrondrapportage die eraan ten grondslag ligt (zie Bijlage 6) wordt het cumulatieve effect van de verschillende windparken op zee niet apart beschouwd. Door de ligging van windenergiegebied Nederwiek ten opzichte van de bestaande vaarbanen (VSS) heeft de aanleg van het windpark in kavel I niet tot nauwelijks invloed op de routestructuur op de Noordzee. Het beschouwde nulalternatief is dus ook het cumulatieve scenario.

Vanuit het meest recente onderzoek⁷⁰ (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring- en aandrijffrequentie (met een turbine) 0,56 per jaar voor het scenario van de oorspronkelijke routekaart 2030. Dit staat gelijk aan eens in de 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de versnelling van wind op zee is meegenomen, loopt deze frequentie op naar 0,987. Dit staat gelijk aan eens in de 1,0 jaar.

Zoals eerder vermeld in dit hoofdstuk, lopen er verschillende onderzoeken naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid. De (voorlopige) conclusies van deze studies zijn al meegenomen in de effectbeschrijving en -beoordeling in dit hoofdstuk.

8.6 Mitigerende maatregelen

Om de effecten op de scheepvaartveiligheid te verkleinen zijn verschillende maatregelen denkbaar. Het bepalen van mogelijke maatregelen en het bepalen van hun effectiviteit was ook onderdeel van de studies naar de cumulatieve effecten. Deze maatregelen en de effectiviteit zijn bepaald binnen verschillende expertsessies. Niet alle voorgestelde maatregelen zijn opgenomen in dit hoofdstuk. Veel van de maatregelen zijn namelijk met name effectief en relevant wanneer naar het totale plaatje van alle windparken bij elkaar gekeken wordt. Voor “slechts” één park zijn sommige maatregelen wellicht minder relevant maar deze moeten worden gezien in het grotere plaatje van het borgen van scheepvaartveiligheid op de Noordzee. Een aantal relevante voorgestelde maatregelen zijn hieronder beschreven. De volledige samenvatting van voorgestelde maatregelen is opgenomen in Bijlage 6.

AIS-basestation, radar en VHF-antenne

Sinds 1 januari 2005 zijn alle zeevaartschepen boven de 300 GT wettelijk verplicht om een AIS-transponder (Automatic Identification System) aan boord te hebben. Die transponder zendt de positie van het schip continu uit. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen met hun eigen AIS ontvangen waarmee de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend wordt. Op het TenneT-platform in Nederwiek (zuid) wordt een AIS-base station geïnstalleerd. Deze ontvangt AIS-data in een bepaald bereik en kan daarmee onder andere het scheepvaartverkeer monitoren. Ook wordt voor elk windpark een dekkend radarbeeld gegenereerd, in ieder geval voor een zone van minimaal 2 NM om het windpark heen en voor de doorvaartpassage en de clearway. Indien nodig kan ook een VHF-installatie (very high frequency) in het park geplaatst worden, zodat de Kustwacht met de scheepvaart kan communiceren.

Vessel Traffic Management/Monitoring(VTMon)

Vessel traffic management/monitoring is een vorm van verkeersbegeleiding waarbij de VTMon-operator het verkeer monitort vanuit een helicopterview en communicatie start met schepen als wordt opgemerkt dat een onveilige situatie bestaat of dreigt te ontstaan.

De experts verwachten dat VTMon in de zuidelijke Noordzee en geringe positieve invloed heeft en het aantal aanvaringen (iets) zal verminderen. VTM levert een positieve bijdrage aan een veilige afwikkeling van het verkeer; het kan het verkeer waarschuwen voor onverwachte of afwijkende omstandigheden, dreigend gevaar en het kan coördinerend optreden in het geval van een calamiteit. In het geval van een driftend schip zal VTM weinig effect hebben naar verwachting anders dan in het coördineren en het informeren van andere schepen in het gebied. Bij het instellen van doorvaartbeperkingen in de windparken kan VTMon ook het middels zijn om naleving van de regels af te dwingen en het in- en uitvoegend verkeer in de VSS meer gecoördineerd te laten verlopen waardoor de kans op botsingen met doorvaarders en werkverkeer kan worden verlaagd.

Het is belangrijk dat het VTMon-systeem goed wordt ingericht, omdat het alleen goed werkt in combinatie met andere maatregelen (AIS- en VHF-gebruik en dekking in het gehele gebied). Uitbreiding van de dekking van VTMon sensoren (o.a. radar, AIS, VHF, RDF, CCTV) lijkt daarmee een zinvolle toepassing. Radar, AIS en VHF zijn randvoorwaarde maar naar RDF en CCTV loopt nog een aanvullend onderzoek. Er is op dit moment nog geen overtuigende onderbouwing dat deze randvoorwaarden zijn. Om het effect van een VTMon verder te vergroten kan extra toezicht en handhaving werken om gedrag te beïnvloeden en de alertheid van schepen te vergroten.

Binnen het MOSWOZ-programma is VTMon een van de thema's. Begin 2023 is een eerste onderzoek afgerond naar de mogelijke inrichting van VTMon.⁸⁰ Het streven is dat de kustwacht in 2025 start met de VTMon taak.

Op basis van aanvullend onderzoek is de conclusie dat het lastig zal zijn om de effectiviteit van VTMon op kwantitatieve wijze te monitoren. Het aantal scheepsongevallen op de Noordzee is relatief laag en er kunnen per jaar grote variaties optreden in het aantal opgetreden ongevallen zonder dat daarbij de nautische veiligheid is veranderd. Dit heeft te maken met statische verdelingen die bij een lage kans van optreden een grote variatie laten zien. Een stijgende of dalende trend kan daardoor niet zonder meer worden geïnterpreteerd als een trend van de nautische veiligheid⁸¹. Er zijn wel goede mogelijkheden om de effectiviteit van de VTMon-operator te monitoren. Een effectieve VTMon-operator zal leiden tot meer gewenst vaargedrag en daarmee zullen scheepsongevallen worden voorkomen. Hoe meer opvolgende acties van de VTMon-operator, hoe groter de kans dat daadwerkelijk een ongeval wordt voorkomen. Een voorgesteld monitoringsprogramma zal de effectiviteit van VTMon niet expliciet kunnen vaststellen, maar het is mogelijk een globaal beeld te krijgen over de impact van VTMon op de nautische veiligheid. Het is de verwachting dat na de implementatie van VTMon het ongeveer 5 jaar zal duren voordat er betrouwbare conclusies worden getrokken⁸¹.

Aanvullende markering en identificatie windturbines in windparken

De experts zijn het er ook over eens dat goede verlichting, markering en identificatie van windturbines een preventieve werking heeft op aanvaringen met windturbines met name voor werkvaart, visserij en recreatievaart in de situatie met doorvaart. Het gebruik van de juiste verlichting, markering en identificatie van de windturbines is, sinds de kavelbesluiten voor windenergiegebied Hollandse Kust (west), vast onderdeel van het kavelbesluit. Ook bestaan hiervoor IALA-richtlijnen⁸².

⁸⁰ H. Huisman, C. Beenhakker. Mogelijkheden VTM in en rondom windparken, Arcadis & MARIN, WXE7ZPM25JS7-1374141725-73, 8 maart 2023

⁸¹ H. Huisman, C. Beenhakker. Monitoring effectiviteit VTM. MARIN & Arcadis, 8 maart 2023.

⁸² IALA G1162 The marking of offshore man-made structures 17 december 2021 edition 1.1

Emergency Response Towing Vessel (ERTV)

Uit de berekeningen in de voorgaande paragrafen blijkt dat aandrijven een aanzienlijk deel vormt van de risico's. Een aandrijving door een storing in de voortstuwing van een schip kan worden voorkomen. Opties hiervoor zijn het voor anker gaan van het schip, of het verhelpen van de storing. In de berekeningen wordt rekening gehouden met die opties.

Een derde mogelijkheid om een aandrijving te voorkomen na een storing is het vroegtijdig opvangen van een driftend schip met een sleepboot. Een sleepboot van de Nederlandse overheid (ERTV) wordt in dit geval naar een drifter gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. Een sleepboot kan een aandrijving voorkomen als de sleepboot op tijd bij het driftende schip kan komen. ERTV's hebben weinig effect voor schepen die dichtbij windparken een stuurfout maken of technisch falen. ERTV's kunnen wel effectief zijn om te verhinderen dat een schip verder een windpark in drijft. Er is meer onderzoek nodig om de effectiviteit van deze maatregel te kunnen bepalen. Het gebruik van ERTV's is de duurste mitigerende maatregel. Binnen het MOSWOZ-programma wordt gekeken naar de inzet en effectiviteit van een ERTV. Zo zou een towing assistance team de effectiviteit van de ERTV in bepaalde gevallen kunnen vergroten.

Extra SAR-capaciteit

Extra SAR (search and rescue) capaciteit zal met name impact hebben op de gevolgen van ongevallen voor de bemanningen van schepen en werknemers in de windparken. In een ander rapport van MARIN⁸³ werd er vooral gekeken naar recreatievaart, omdat die groep vaak het minst zelfredzaam is ten opzichte van de andere scheepvaart. Dichtbij de kust is de SAR-capaciteit goed voorzien, maar incidenten verder op zee en in windparken bij slechte omstandigheden vragen mogelijk extra voorzieningen. De aanvaartijden vanaf land worden dan beperkend. Dit is ook op te lossen door SAR-capaciteit te realiseren aan boord van ERTV's of aan boord van andere schepen zoals een Kustwacht multipurpose vaartuig (MPV) in het gebied. Binnen het 'Monitoring & Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee' (MOSWOZ-programma) is SAR ver op zee ook een onderwerp.

In het kader van MOSWOZ heeft Antea Group een onderzoek uitgevoerd naar SAR ver op zee⁸⁴. Hierin wordt geconcludeerd, op basis van adviezen, dat er mogelijkheden zijn voor het vergroten en optimaliseren van de reddingsacties ver op zee. Zo kan er bij de inrichting van het windpark rekening worden gehouden met SAR lanes binnen het windpark.

Oliebestrijding

Het risico op olieverontreiniging (na incidenten) zal enigszins toenemen door toename van de kans op aanvaringen tussen schepen en windturbines. Aanvullende capaciteit voor oliebestrijding kan worden gerealiseerd door de nieuwe ETV en MPV uit te rusten met bestrijdingsmiddelen.

Fysieke beveiliging windparken

In 2021 heeft MARIN onderzoek uitgevoerd in het open innovatieproject 'Vangrails op zee' naar een barrière als een van de mogelijke mitigerende maatregelen voor het voorkomen van aandrijvingen met offshore windparken. Uit het onderzoek bleek dat het mogelijk was een driftend schip, van de afmetingen van de Julietta D⁶⁸, tegen te houden. Echter is verder onderzoek nodig naar andere schepen, zwaarder weer en operationele aspecten van een "vaste" barrière rond windparken.

⁸³ Wind op zee 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen, MARIN, 31132-3-MSCN-rev, 13 mei 2019 (J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof & J. Vaster)

⁸⁴ Antea Group 10 oktober 2023, SAR ver op zee, projectnummer 0485025.100

Uit de studie van MARIN blijkt dat het daadwerkelijke effect van de hierboven genoemde maatregelen niet duidelijk is, waardoor de effectbeoordeling ook niet wijzigt.

8.7 Leemten in kennis

Bij windparken op zee die operationeel zijn wordt gemonitord hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hierbij plaatsvinden. Met de gegevens die daaruit voortkomen zal besloten worden of het gewenst is om hier een afwegingskader en een kansmodel voor te ontwikkelen. Het gedrag en de verkeersstromen van niet-routegebonden verkeer, dat in het SAMSON-model buiten windenergiegebied Nederwiek is geplaatst, kan tevens gemonitord worden. Verder kunnen de scenario's en impact van aanvaringen en aandrijvingen met windturbines verder onderzocht en uitgewerkt worden.

Zo zijn in dit MER voor het bepalen van persoonlijk letsel bepaalde aannames gedaan. Het is bijvoorbeeld niet bekend wat de kans is dat de mast op het schip valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook zijn de resultaten van de studies over bezwijkgedrag van windturbines gebaseerd op kleinere windturbines, terwijl de windturbines in windenergiegebied Nederwiek groter zullen zijn.

De mogelijke schade aan schepen als gevolg van een aanvaring/aandrijving met een grote windturbine (>9MW) op de Noordzee is een kennisleemte. De mate van impact en schade aan het schip bepaalt de hoeveelheid verlies van lading, de mogelijke uitstroom van bunkerolie en het aantal personen dat in gevaar komt. Nu wordt wel een inschatting gemaakt van het aantal personen dat gevaar loopt als gevolg van het vallen van de rotor maar niet bekend is in hoeverre de impact zorgt voor zinken van het schip en daarmee verdrinkingen, penetratie van de hutten (bemanning en passagiers) of overboord slaan. Het risico van deze kennisleemten is dat de genoemde effecten nu niet of onvolledig in beeld kunnen worden gebracht, en daarmee niet goed kunnen worden meegenomen in de besluitvorming van het kavelbesluit. Door Rijkswaterstaat is momenteel een onderzoeksvraag in de markt gezet om voor een aantal representatieve schepen de mate van impact en schade aan het schip als gevolg van een aanvaringen /aandrijvingen met een windturbine in beeld te brengen.

Binnen de studie van MARIN (2019)⁶⁹ naar de cumulatieve effecten van de parken samen op scheepvaartveiligheid, is geconcludeerd dat de onderzoeken niet meer volledig de huidige situatie beschrijven en dat er bepaalde scenario's onderbelicht zijn doordat windturbines groter zijn geworden en effecten op kleinere schepen niet beoordeeld worden. Er is onvoldoende kennis beschikbaar om een goede update te geven van de gevolgschade van een aanvaring. Om kennisleemten en hiaten in te kunnen vullen is het MOSWOZ-programma gestart. Binnen het MOSWOZ-programma loopt een onderzoek naar de schade aan de turbine, maar belangrijk is ook om aandacht te hebben voor de schade aan het schip. Ook wordt er binnen het programma gekeken naar de effectiviteit van de mitigerende maatregelen.

8.7.1 Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV) – Schipperen met de ruimte'

Aansluitend op de kennisleemten die hierboven zijn geschreven is er op 13 juni 2024 door de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV) het rapport 'Schipperen met de ruimte' gepubliceerd⁸⁵. In het

⁸⁵ Voor het rapport en de kamerbrief zie: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/06/13/ovv-rapport-schipperen-met-ruimte>

rapport van de OvV worden kritische opmerkingen gemaakt over hoe scheepvaartveiligheid wordt meegewogen in de besluitvorming over plaatsing van vaste objecten op de Noordzee. Als reactie op het rapport is er een kamerbrief gepubliceerd door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat⁸⁵. In het Commissie m.e.r.-advies (zie paragraaf 1.4) wordt het advies gegeven de inzichten op het gebied van scheepvaartveiligheid van het OvV-rapport te betrekken bij de besluitvorming over de kavelbesluit en dus voorliggend MER. In deze paragraaf wordt het OvV-rapport kort besproken en wat dit betekent voor de beoordeling van scheepvaartveiligheid in het MER. Hierbij is het deskundigenoordeel gebruikt van MARIN die als deskundige heeft gereageerd op het OvV-rapport en de relatie tot de in dit MER beoordeelde aspect scheepvaartveiligheid.

In het OvV-rapport worden concreet de volgende twee aanbevelingen aan de minister gegeven:

1. Verbeter de beheersing van de scheepvaartveiligheid-risico's als gevolg van de plaatsing van vaste objecten. Zorg daarbij tenminste voor:
 - a. Inzicht in de scheepvaartveiligheid-risico's; maak daarbij gebruik van modelleren en scenario-denken, en neem daarin het manoeuvreergedrag van zware en windgevoelige schepen en ontwikkelingen in de zeevaart mee;
 - b. Inzicht in de effecten van (mogelijke) beheersmaatregelen;
 - c. Een realistisch en toetsbaar veiligheidsdoel;
 - d. Toepassing op nieuwe, bestaande en in aanbouw zijnde windparken;
 - e. Een integrale afweging over het gebruik van de Noordzee, waarbij het veiligheidsniveau (het restrisico) voor de scheepvaart wordt meegenomen; en
 - f. Een periodieke evaluatie van deze aanpak.
2. Stuur in overleggen met andere Noordzeelanden aan op het aanpassen van de internationale kaders op basis van verkregen inzicht in de scheepvaartveiligheidsrisico's. Benut hierbij de mogelijkheid om concrete voorstellen in te dienen bij de Internationale Maritieme Organisatie (IMO).

Van deze aanbeveling zijn vooral de punten 1a en 1b relevant voor het onderzoek naar scheepvaartveiligheid binnen MER procedures voor individuele windenergiegebieden. De reactie van MARIN op deze twee punten is dat binnen een MER op basis van de op dat moment beschikbare kennis, modellen en informatie, alle scheepvaartveiligheid-risico's worden benoemd en inzichtelijk gemaakt. Ook worden deze risico's gemodelleerd en gekwantificeerd waar mogelijk door middel van het SAMSON model. Dit SAMSON model voorziet in ongevalsfrequenties (aanvaren als gevolg van manoeuvreren dan wel stuurfout, en aandrijven als gevolg van technische storingen) per type en grootteklasse van schepen. Ook worden enkele gevolgschades gekwantificeerd. Het model is momenteel niet in staat om alle typen gevolgschade te kwantificeren. Dit wordt mede veroorzaakt door de kennisleemte ten aanzien van mogelijke gevolgschade aan schepen bij aanvaren/aandrijven van windturbines. Hiervoor loopt onderzoek binnen het MOSWOZ van Rijkswaterstaat. Onderzoeksresultaten waarbij de mogelijke schade aan schepen wordt meegenomen, worden medio zomer 2025 verwacht. De precieze, in relatie tot het risico, gekwantificeerde effecten van beheersmaatregelen behoren ook tot de huidige kennisleemten. Beheersmaatregelen worden wel benoemd, maar het effect ervan wordt niet gekwantificeerd omdat deze kennis niet aanwezig is. In 2024 is een eerste onderzoek afgerond naar het implementeren van de ERTV maatregel in het SAMSON model. De daadwerkelijke implementatie dient echter nog plaats te vinden. Binnen het MOSWOZ programma van RWS zal de effectiviteit van VTMon worden onderzocht nadat deze maatregel eind 2025 is geïmplementeerd.

Verder geeft het OvV-rapport verschillende aandachtspunten die een relatie hebben met het in dit MER beoordeelde aspect scheepvaartveiligheid. Deze worden hieronder opgesomd waarbij op basis van een deskundigenoordeel van MARIN inhoudelijk op is ingegaan.

- Het OvV-rapport geeft aan dat de passageafstanden tussen vaarbanen en windturbines onvoldoende zijn voor windgevoelige en schepen met een grote diepgang. De passageafstanden wordt bepaald aan hand van het 'Afwegingskader voor veilige afstanden tussen scheepvaartroutes en windparken op zee (juli 2013)'. Dit is opgesteld door een Werkgroep Veilige Afstanden met daarin onder andere RWS ZD, Havenbedrijf Rotterdam en Havenbedrijf Amsterdam, waarbij rekening is gehouden met internationale bepalingen en reglementen en achteraf getoetst door onafhankelijke nautische deskundigen. Het scenario dat de OvV schetst ter onderbouwing van dit aandachtspunt is een 'worst-worst' case situatie vanwege de combinatie van de factoren (i) het betreft een moeilijk manoeuvreerbaar schip, (ii) er is sprake van een ontmoeting waarbij de COLREGs⁸⁶ niet worden nageleefd waardoor de manoeuvre als deze wordt ingezet, (iii) de schepen varen op de minst ideale positie op de vaarbaan (wat zeker voor sneller varende containerschepen opmerkelijk zou zijn), (iv) er is sprake van beperkende omstandigheden zijnde een combinatie van omgevingsfactoren (windkracht, golfkracht en golfrichting) en (v) de kapitein maakt de keuze om daar te varen en een dergelijke manoeuvre in te zetten, wetende de aanwezigheid van windturbines en voorgaande aspecten. Het kritische aandachtspunt ten aanzien van passageafstanden geeft wel aanleiding voor het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) om in 2025 het huidige afwegingskader onafhankelijk te laten beoordelen bevestigd in de kamerbrief⁸⁵.
- Het OvV-rapport geeft aan dat het SAMSON-model beperkingen heeft ten aanzien van het inschatten van risico's voor de scheepvaartveiligheid. Echter is SAMSON het best beschikbare model voor dit moment om (delen van) risico's te kwantificeren. Sinds 2024 is er door het ministerie van I&W geld beschikbaar gesteld voor doorontwikkeling van SAMSON.
- Het OvV-rapport geeft aan dat aanvullend op een kwantitatieve analyse de inzet van een kwalitatief deskundigenoordeel nodig is. De onderzoeken voor scheepvaartveiligheid binnen dit MER zijn geïntegreerd met de expertise van MARIN. Voor het beoordelen van gevolgen van aanvaringen/aandrijvingen ontbreekt op dit moment het aan onafhankelijke partijen en personen met voldoende expertise ten aanzien van windturbine en schipinteractie. Dit benadrukt ook de noodzaak voor de onderzoeken binnen het MOSWOZ programma.
- Het OvV-rapport geeft aan dat bij de beoordeling van risico's op de scheepvaartveiligheid het toepassen van scenario-denken een relevante toepassing is. Voor deze toepassing speelt expertise en deskundigenoordeel een prominentere rol. Echter, zoals in het punt hierboven is beschreven, ontbreekt het op dit moment nog aan onafhankelijke partijen en personen met voldoende expertise ten aanzien van windturbine en schipinteractie om scenario-denken betrouwbaar toe te passen.
- Het OvV-rapport geeft aan dat inzicht in lading en passagiersstromen nodig is voor een goede duiding van risico's. In voorliggend MER wordt in beeld gebracht welke schepen (type en grootte) er varen en wat voor elk van deze typen en grootten de kans op een incident is. Een indicatie van de (maximaal) aanwezige lading en personen wordt momenteel geactualiseerd en zal naar verwachting in nieuwe toekomstige MER procedures meer expliciet worden gepresenteerd.

⁸⁶ Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREGs)

Het kritische geluid van het OvV-rapport roept op tot meer onderzoek, updaten van modellen, de wijze van beoordelen van risico's en het heroverwegen van gemaakte besluitvorming. Dit wordt ook erkent in de kamerbrief van het ministerie van I&W. Hierbij geven de minister van I&W in samenspraak met de minister van Klimaat en Energie aan dat de grootschalige plaatsing van vaste objecten op zee een systematischer en integrale aanpak van de beheersing van de scheepvaartveiligheidsrisico's vereist. In de toekomst zal een verdere uitwerking gegeven worden aan een integrale veiligheidsanalyse, die periodiek naar alle scheepvaartveiligheidsrisico's kijkt. Een periodieke evaluatie van de aanpak is hier onderdeel van. Daarnaast zal er een toetsbaar veiligheidsdoel worden vastgesteld en worden de effectiviteit van beheersmaatregelen beter in kaart gebracht. De ministers geven aan dat het belangrijk is om de komende jaren de risicobeheersing van de scheepvaartveiligheid op de Noordzee aan te scherpen. Hiervoor is een andere, op de steeds veranderende situatie op de Noordzee gerichte, integrale insteek voor risicobeheersing nodig, rekening houdende met nieuwe ontwikkelingen van de scheepvaart en andere activiteiten op de Noordzee. De reeds lopende en recent opgestarte onderzoeksprogramma's (zoals MOSWOZ) dragen in belangrijke mate bij om dit mogelijk te maken.

9 Landschap

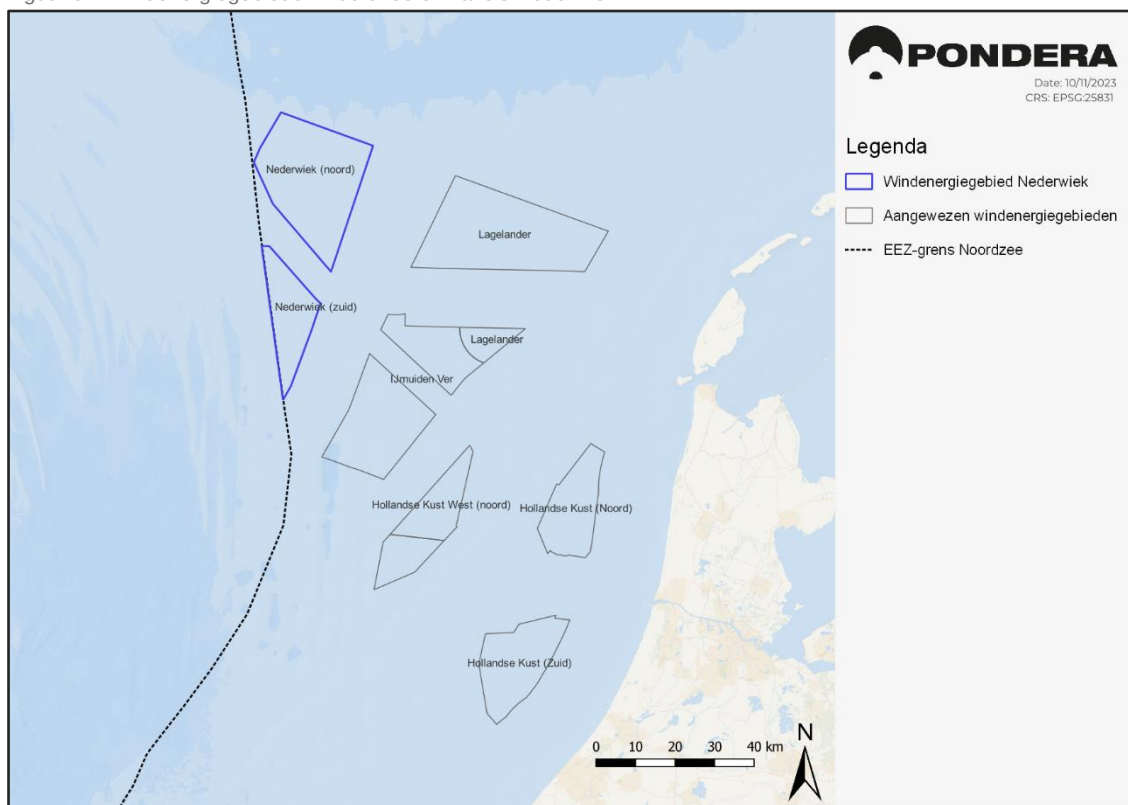
9.1 Inleiding

De zichtbaarheid van windturbines vanaf het vasteland is de belangrijkste factor voor het bepalen van de milieueffecten van het aspect landschap. Windturbines op zee kunnen zichtbaar zijn vanaf de kust, en kunnen zo de ervaring van de ruimte aantasten. In dit hoofdstuk wordt voor het aspect landschap berekend of en zo ja, in weke mate, de windturbines zichtbaar zijn.

In 2010 is een uitgebreide studie naar zichtbaarheid en maatschappelijke aspecten van windturbines op de Noordzee gedaan⁸⁷. Rijkswaterstaat heeft destijds opdracht gegeven voor dit onderzoek in het kader van de zoektocht naar mogelijkheden voor windparken aan de rand van de 12-mijlszone. De resultaten uit die studie zijn ook gebruikt in de zichtbaarheidsanalyses die zijn uitgevoerd voor de kavelbesluiten van de windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) en IJmuiden Ver Gamma.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines in kavel I van het windenergiegebied Nederwiek (zuid), gezien vanaf de Nederlandse kust. De kavel is te zien in Figuur 9.1.

Figuur 9.1 Windenergiegebieden Noordzee en kavels Nederwiek



⁸⁷ Nierman et al. (2010). Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

9.2 Beoordelingskader

In Tabel 9.1 staat het beoordelingskader voor het aspect landschap. Op basis van dit beoordelingscriterium worden de effecten van het windpark op het landschap in dit hoofdstuk beschreven. Zoals genoemd in de inleiding is alleen de zichtbaarheid van de windturbines zelf van belang voor het aspect landschap. De zichtbaarheid wordt kwantitatief beoordeeld, door te berekenen welk percentage van de tijd de turbines (theoretisch) zichtbaar zijn.

Tabel 9.1 Beoordelingskader aspect landschap

Aspect	Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Landschap	Zichtbaarheid (in percentage van de tijd)	Kwantitatief(theoretische zichtbaarheid))

9.2.1 Worst-case benadering

In dit hoofdstuk wordt een worst-case benadering gehanteerd voor het bepalen van de effecten op landschap. Dat betekent dat de maximale waarde van de kenmerken uit de bandbreedte uit Tabel 9.2 worden gehanteerd. Op basis van die kenmerken worden de berekeningen gedaan en de effecten beoordeeld.

Er zijn nog geen exacte coördinaten bekend van de turbineopstellingen. Voor de analyse worden daarom de buitenranden van de kavelsvlakken aangehouden als positie voor de dichtstbijzijnde windturbines, zodat de zichtbaarheid van de windturbines in de kavel niet kan worden onderschat.

De volgende kenmerken van windturbines zijn relevant voor het aspect landschap:

- de afstand tot de kust;
- het aantal turbines;
- de tiphoogte van de te plaatsen turbines;

Andere kenmerken, zoals de manier waarop de turbine wordt gefundeerd (monopile, tripod, drijvend) of de dikte van de turbinepaal, hebben geen significant effect op zichtbaarheid. Dit komt doordat de minimale afstand tot het vasteland zo groot is, dat dit onderscheid ondergeschikt is aan de hoogte van de turbine.

Tabel 9.2 Relevante kenmerken van het windpark

Kenmerk	Worst-case
Rotordiameter	280 m
Ashoogte	165 m
Tiphoogte	305 m

9.2.2 Zichtbaarheid van windturbines op zee

Zichtbaarheid is een abstract begrip waar niet gemakkelijk één passende definitie voor te vinden is. Er is een aantal factoren dat beïnvloedt of iets zichtbaar is. Sommige van deze factoren blijven hetzelfde, zoals de afstand tot de waarnemer en de eigenschappen van het waar te nemen object. Maar ook veranderlijke factoren, zoals de meteorologische omstandigheden, kunnen effect hebben op de zichtbaarheid van een object. In de effectbeoordeling worden de relevante factoren die de zichtbaarheid van de windturbines in

kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) besproken. De zichtbaarheid van windturbines op zee wordt vervolgens met objectieve maatstaven beoordeeld.

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt af van een drietal factoren:

1. theoretische zichtbaarheid
2. de eigenschappen van het object (windturbines);
3. de meteorologische omstandigheden.

In de effectbeoordeling wordt in eerste instantie gekeken naar de theoretische zichtbaarheid van de windturbines in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

9.3 Effectbeoordeling

9.3.1 Theoretische zichtbaarheid

Voordat de maximale waarnemingsafstand (zichtbereik) kan worden berekend, is het van belang eerst de theoretische zichtbaarheidsafstand te berekenen. De theoretische zichtbaarheidsafstand wordt bepaald door de kromming van de aarde (kimduiking) en de beperkingen van het menselijk oog (de visus). Als objecten op een te grote afstand staan zullen zij door één of beide van deze effecten niet meer zichtbaar zijn.

Zichtbaarheid turbines door kimduiking

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. Dit wordt ook wel kimduiking genoemd. Zie voor meer informatie in Kader 9.1 en de schematische weergave in Figuur 9.2. De hoogte van een waarnemer is bij kimduiking van belang. Bij een waarnemershoogte van 1,6 m (ooghoogte), is het effect van kimduiking merkbaar bij een afstand tot het object vanaf ongeveer 4,5 km. Naarmate de afstand toeneemt zal een steeds groter deel van de onderzijde van het object niet meer te zien zijn (aangegeven met de letter 'x' in Figuur 9.2), totdat uiteindelijk het gehele object achter de horizon is verdwenen.

Kader 9.1 Berekening kimduiking

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

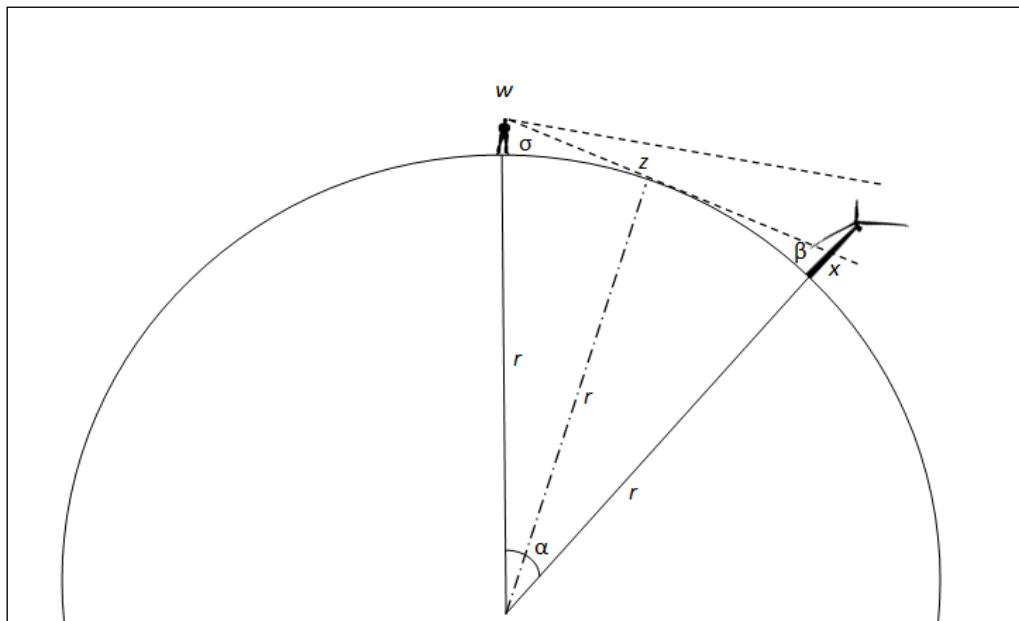
$$x = \frac{r}{\sin \beta} - r$$

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

Waarin:

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

Figuur 9.2 Schematische weergave kromming van de aarde en kimduiking (Bron: Lörzing et al., 2007)

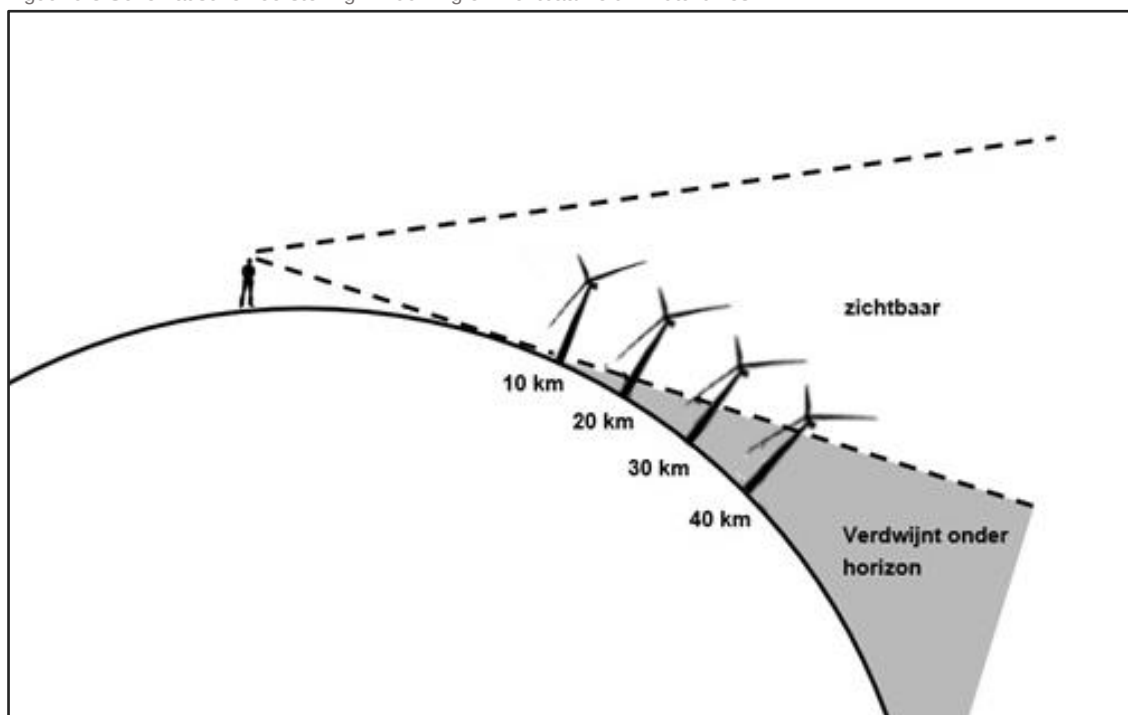


In Tabel 9.3 staan de verdwijnafstanden door kimduiking, die volgens bovenstaande formule zijn berekend (zie ook Figuur 9.3). Uit deze berekening blijkt dat een windturbine met een tiphoogte van 305 meter (de hoogte van de in dit MER beschouwde windturbines) op een afstand van circa 67 kilometer volledig van het zicht wordt onttrokken bij een ooghoogte van 1,60 meter (strandbezoeker). Wanneer de waarnemer zich op grotere hoogte bevindt (20 meter), bijvoorbeeld op een duin of op een vierdieping van een gebouw, dan is de windturbine niet meer zichtbaar vanaf circa 79 kilometer.

Tabel 9.3 Verdwijnafstanden door kimduiking

	Ooghoogte: 1,60 meter	Hoogte: 20 meter
10 km	2 m vanaf aardoppervlak	0 m vanaf aardoppervlak
20 km	20 m vanaf aardoppervlak	2 m vanaf aardoppervlak
30 km	50 m vanaf aardoppervlak	15 m vanaf aardoppervlak
40 km	100 m vanaf aardoppervlak	45 m vanaf aardoppervlak
50 km	160 m vanaf aardoppervlak	100 m vanaf aardoppervlak
60 km	245 m vanaf aardoppervlak	150 m vanaf aardoppervlak
70 km	335 m vanaf aardoppervlak	230 m vanaf aardoppervlak
80 km	445 m vanaf aardoppervlak	320 m vanaf aardoppervlak

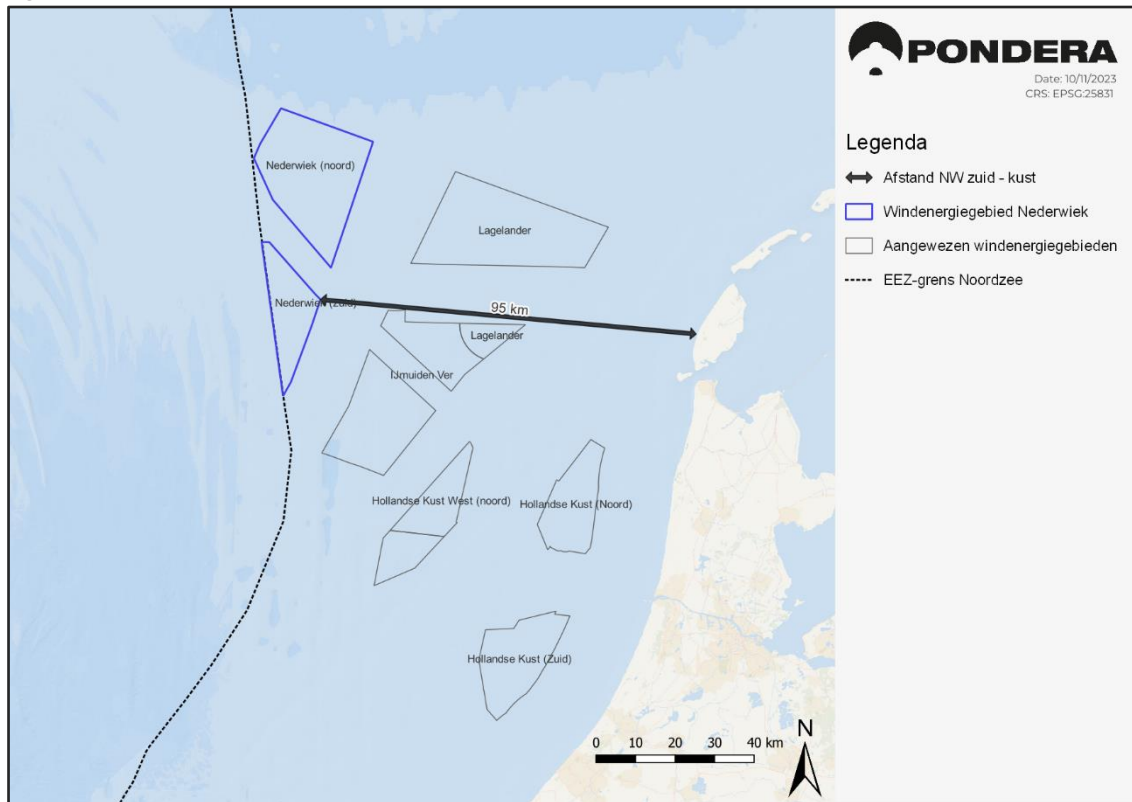
Figuur 9.3 Schematische voorstelling kimduiking en zichtbaarheid windturbines



Kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt op een minimale afstand van circa 95 kilometer uit de kust, ter hoogte van het noordelijke deel van de provincie Noord-Holland (regio Den Helder en Texel). Zie ook Figuur 9.4. Uit de berekeningen van bovenstaande tabel komt naar voren dat windturbines met een tiphoogte van 305 meter, op 95 kilometer afstand van de kust, geheel aan het zicht worden onttrokken door het effect van kimduiking, bij een ooghoogte van 1,60 meter. Ook wanneer de waarnemer zich op een grotere hoogte bevindt, bijvoorbeeld op een duin of op een verdieping van een gebouw (20 meter), zullen de windturbines in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) volledig aan het zicht worden onttrokken.

De obstakelverlichting die voorgeschreven wordt voor windturbines voor de vliegveiligheid⁸⁸, maken een windpark zichtbaarder. Hoe meer turbines worden voorzien van verlichting voor de luchtvaart, hoe zichtbaarder het windpark is. Kimduiking zal de zichtbaarheid van de lichten verminderen. De obstakelverlichting zal daarom naar alle waarschijnlijkheid ook niet zichtbaar zijn vanaf de kust.

Figuur 9.4 Kavel I Nederwiek en minimale afstand tot de kust



Theoretische zichtbaarheid wordt ook bepaald door de visus van het menselijke oog. Kavel I van Nederwiek (zuid) wordt al volledig van het zicht onttrokken door kimduiking, waardoor de visus geen invloed heeft op de theoretische zichtbaarheid. Ook andere eigenschappen van de windturbines dan de afmetingen, zoals kleur en materiaal zijn niet relevant als de windturbines niet theoretisch zichtbaar zijn. Deze aspecten wordt daarom niet verder bekeken.

Doordat kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) niet zichtbaar is vanaf de Nederlandse kust, is het thema landschap neutraal beoordeeld (0), zie Tabel 9.4.

⁸⁸ Informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken (2016)

Tabel 9.4 Effectbeoordeling aspect landschap

Zichtbaarheid	0

9.4 Cumulatie

Naast het windenergiegebied Nederwiek worden er ook andere windenergiegebieden gerealiseerd. Daarnaast hebben bestaande windparken die in de buurt liggen, zoals Egmond aan Zee, ook een mogelijk effect op het landschap. In voorgaande zichtbaarheidsanalyses⁸⁹ is de cumulatieve horizontale beeldhoek op het beeld van de kustbezoeker berekend, zodat kon worden bepaald of het windpark dominant zou zijn in het beeld van kustbezoekers. Hierbij zijn alleen objecten tot 30 kilometer meegenomen, aangezien de zichtbaarheid van objecten na deze afstand sterk afneemt dankzij onder andere kimduiking en meteorologische omstandigheden.

Kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt op 95 kilometer afstand van de kust, en is daardoor niet zichtbaar. Op basis van zichtbaarheidsanalyses⁸⁹ blijkt dat objecten op een afstand van 48,6 kilometer tijdens de zomerperiode ongeveer 1% van de tijd zichtbaar zijn, oftewel een gemiddelde van 1 dag tijdens de periode mei – oktober. Windenergiegebieden zoals Hollandse Kust (west) en IJmuiden Ver zijn op jaarbasis minder dan 24 uur zichtbaar. Er wordt daarom geen bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht door de exploitatie van een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Er zijn geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.

9.5 Leemten in kennis

Voor het aspect landschap zijn geen leemten in kennis geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeoordeling.

⁸⁹ MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (2018), bijlage 10 – Zichtbaarheidsanalyse, MER Kavels I t/m IV, Hollandse Kust (zuid) (2015) & MER Kavels VI en VII, Hollandse Kust (west) (2019)

10 Overige gebruiksfuncties

10.1 Inleiding

Bij de locatiekeuze van windenergiegebied Nederwiek is rekening gehouden met de overige gebruiksfuncties van de Noordzee. Dankzij die locatieoverweging zijn de effecten van een windpark binnen de grenzen van dit windenergiegebied op de overige gebruiksfuncties in de omgeving beperkt. Desondanks kunnen er effecten optreden door de aanleg, exploitatie of verwijdering van de turbines en parkbekabeling.

In dit hoofdstuk, betreffende overige gebruiksfuncties, zijn de effecten voor onderstaande deelaspecten onderzocht:

- Visserij
- Mijnbouw
- Luchtvaart
- Zand-, grind- en schelpenwinning
- Baggerstort
- Scheeps-, wal- en luchtvaartradar
- Kabels en leidingen
- Telecommunicatie
- Militaire activiteiten en ontplofbare oorlogsresten (OO)
- Recreatie en toerisme
- Cultuurhistorie en archeologie
- Bestaande en geplande windparken

Hierna volgt een beschrijving van de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht en de alternatieven die daarbinnen gekozen zijn. Vervolgens wordt in het beoordelingskader per onderwerp beschreven welke beoordelingscriteria er gebruikt zijn in de effectbeoordeling.

Vervolgens wordt per onderwerp beschreven wat de huidige situatie is, wat eventuele relevante autonome ontwikkelingen zijn (de nulsituatie), hoe en wanneer er effecten optreden en welke beoordeling de alternatieven krijgen tijdens de exploitatie, en tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud.

Samenvattend wordt de effectbeoordeling van alle onderwerpen in zijn geheel beschreven en wordt er aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten, eventuele noodzakelijke mitigerende maatregelen en overblijvende leemten in kennis.

In tegenstelling tot de andere effecthoofdstukken is er in dit hoofdstuk voor gekozen om per onderwerp zowel de huidige situatie en autonome ontwikkeling, als ook de effectbeschrijving en -beoordeling op te nemen. Hiermee wordt de leesbaarheid van het hoofdstuk vergroot.

10.2 Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte

De effecten op veel overige gebruiksfuncties zijn niet zozeer afhankelijk van de interne inrichting van een windpark (de positie van iedere turbine), maar van de buitencontouren van de kavel die het fysieke ruimtebeslag bepalen. De windturbines vormen fysieke obstakels waardoor het uitvoeren van veel gebruiksfuncties binnen een windpark niet, of enkel onder voorwaarden, is toegestaan. Dit is het geval voor de onderwerpen visserij, mijnbouw, zand-, grind- en schelpenwinning, scheeps-, wal- en luchtvaartradar, baggerstort, kabels en leidingen, militaire activiteiten en recreatie en toerisme. We gaan ervan uit dat toekomstige ontwikkelaars de ruimte binnen de kavel volledig gebruiken. Daarom onderzoeken we geen alternatieve buitencontouren.

Voor enkele overige gebruiksfuncties spelen de specifieke inrichtingsaspecten van een windpark wel een mogelijke rol in de effectbeoordeling. Voor deze onderwerpen worden de effecten met name bepaald door inrichtingskenmerken, zoals de tiphoogte of het oppervlak aan erosiebescherming rondom de fundering. Dit is het geval voor de onderwerpen luchtvaart, telecommunicatie, ontplofbare oorlogsresten (OO), cultuurhistorie en archeologie. We gaan ervan uit dat de toekomstige ontwikkelaars verschillende inrichtingen overwegen en kunnen toepassen. Daarom onderzoeken we wel alternatieve inrichtingen.

Tabel 10.1 geeft een indicatie van de oppervlakten van verschillende type funderingen en erosiebescherming wanneer deze voor alle turbines binnen de kavel toegepast zijn, voor de 15 MW-opstelling in drie opstellingsscenario's (geen overplanting, 5%-overplanting en 15%-overplanting, respectievelijk 134, 140 en 153 turbines), en voor de 20 MW-opstelling in drie opstellingsscenario's (geen overplanting, 5%-overplanting en 15%-overplanting, respectievelijk 100, 105 en 115 turbines).

Tabel 10.1 Oppervlakte fundering en erosiebescherming. Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van een windpark met een 15 MW-opstelling zonder overplanting (134 turbines), een 5 %-overplantingsscenario (140 turbines) en een 15 %-overplantingsscenario (153 turbines). Hetzelfde is weergegeven voor een 20 MW-opstelling: zonder overplanting (100 turbines), een 5 %-overplantingsscenario (105 turbines) en een 15 %-overplantingsscenario (115 turbines).

Type fundering	Aantal poten	Totaal oppervlak fundering (m ²)*	Oppervlak erosie-bescherming per turbine (m ²)	Totaal oppervlak erosie-bescherming (m ²)*	Totaal oppervlak (m ²)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 5% (m ²)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 15% (m ²)*
Jacket Ø 3 m (15 MW)	4	3.800	679	90.900	94.700	99.000	108.100
Jacket Ø 5 m (20 MW)	4	7.900	1.885	188.500	196.400	208.100	225.800
Monopile Ø 11,5 m (15 MW)	1	13.900	831	111.300	125.300	130.900	143.000
Monopile Ø 15,0 m (20 MW)	1	17.700	1.414	141.400	159.000	168.600	182.900
Tripod Ø 3,0 m (15 MW)	3	2.800	509	68.200	71.000	74.200	81.100
Tripod Ø 5,0 m (20 MW)	3	5.900	1.414	141.400	147.300	156.100	169.400
Suction bucket Ø 20,0 m (15 MW)	1	42.100	7.540	1.010.300	1.052.400	1.099.600	1.201.700
Suction bucket Ø 30,0 m (20 MW)	1	70.700	16.965	1.696.500	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Gravity-based Fundatie Ø 40,0 m (15 MW)	1	168.400	10.053	1.347.100	1.515.500	1.583.400	1.730.400
Gravity-based Fundatie Ø 50,0 m (20 MW)	1	196.400	15.708	1.570.800	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (15 MW)	3**	15.500	750***	100.500***	116.000	121.200	132.400
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (20 MW)	3**	11.500	750***	75.000***	86.500	91.700	99.500

10.2.1 Alternatieven

Er zijn zes alternatieven onderzocht in dit hoofdstuk om in kaart te brengen welke effecten er minimaal en maximaal kunnen ontstaan binnen de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht. Hiermee wordt zowel het best case als het worst case alternatief onderzocht.

Alternatief 1a – 135 x 15 MW

Een inrichting met 134 windturbines van 15 MW met een tiphoogte van (maximaal) 305 meter en een tripod fundering. Bij deze inrichting heeft een windpark in de kavel de kleinst mogelijke omvang in termen van tiphoogte, fundering en erosiebescherming (zie ook Tabel 10.1) . Naar verwachting zijn de effecten hiermee ook het kleinst. Daarom kan dit alternatief, voor een scenario zonder overplanting, gezien worden als een best case alternatief waarbij minimale effecten optreden binnen de bandbreedte.

Alternatief 2a – 100 x 20 MW

Een inrichting met 100 windturbines van 20 MW met een tiphoogte van (maximaal) 305 meter en een gravity-based fundering. Bij deze inrichting heeft een windpark in de kavel de grootst mogelijke omvang in termen van tiphoogte, fundering en erosiebescherming (zie ook). Naar verwachting zijn de effecten hiermee ook het grootst en kan dit alternatief, voor een scenario zonder overplanting, gezien worden als een worst case alternatief waarbij maximale effecten optreden binnen de bandbreedte.

Alternatief 1b – 140 x 15 MW (5 %-overplanting)

Een inrichting met 140 windturbines van 15 MW met een tiphoogte van (maximaal) 305 meter en een tripod fundering. Dit alternatief bestaat uit 6 windturbines meer dan het alternatief met 134 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,10 GW mogelijk te maken.

Alternatief 2b – 105 x 20 MW (5 %-overplanting)

Een inrichting met 105 windturbines van 20 MW met een tiphoogte van (maximaal) 305 meter en een gravity-based fundering. Dit alternatief bestaat uit 5 windturbines meer dan het alternatief met 100 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,1 GW mogelijk te maken.

Alternatief 1c – 153 x 15 MW (15 %-overplanting)

Een inrichting met 153 windturbines van 15 MW met een tiphoogte van (maximaal) 305 meter en een tripod fundering. Dit alternatief bestaat uit 18 windturbines meer dan het alternatief met 134 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,3 GW mogelijk te maken.

Alternatief 2c – 115 x 20 MW (15% overplanting)

Een inrichting met 115 windturbines van 20 MW met een tiphoogte van (maximaal) 305 meter en een gravity-based fundering. Dit alternatief bestaat uit 15 windturbines meer dan het alternatief met 100 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,3 GW mogelijk te maken.

Tabel 10.2 Overzicht onderzochte alternatieven

1a	15 MW	134	2,010	305	Tripod
1b		140	2,100	305	Tripod
1c		153	2,295	305	Tripod
2a	20 MW	100	2,000	305	Gravity-based
2b		105	2,100	305	Gravity-based
2c		115	2,300	305	Gravity-based

10.3 Beoordelingskader

Voor elk te onderzoeken onderwerp in het hoofdstuk overige gebruiksfuncties is minimaal één beoordelingscriterium opgesteld in Tabel 10.3. Op basis van die criteria worden de effecten beschreven en beoordeeld. Wanneer dat mogelijk is worden de criteria kwantitatief beoordeeld, en anders kwalitatief. Bij een kwalitatieve beoordeling zal worden onderbouwd hoe tot de beoordeling is gekomen. De onderzochte effecten met betrekking tot scheeps- en walradar zijn aanvullend op de effecten onderzocht in Hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid.

Tabel 10.3 Onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties en hun beoordelingscriteria.

Visserij	Beperkingen visserij
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart
	Interferentie helikopterterverkeer
	Interferentie Kustwacht
	Interferentie militaire luchtvaart
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar en overige meetapparatuur	Interferentie luchtvaartradar
	Interferentie wal- en scheepsradar
	Interferentie meetapparatuur op en rondom platforms op zee
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden
Militaire activiteiten en OO	Interferentie militaire activiteiten en OO
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten
Bestaande en geplande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken

10.4 Visserij

10.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

De Noordzee is een belangrijk gebied voor de commerciële visserij. Verspreid over de gehele Noordzee worden dan ook verschillende vormen van visserij beoefend. Op de Noordzee zijn vissers vanuit verschillende Europese landen actief.

De Noordzee maakt onderdeel uit van de Noordoostelijke Atlantische Oceaan en kan op verschillende manieren ingedeeld worden, zie Figuur 10.1. Het gedeelte van een continent dat onder water staat wordt het continentaal plat genoemd. Het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) is gelijk aan de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ)⁹⁰. Het heeft een oppervlakte van ongeveer 57.000 km² wat verdeeld is in blokken (A – T), die op hun beurt verdeeld zijn in vakken (1 – 18). De Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) hanteert een systeem voor de indeling van internationale wateren in sectoren en subsectoren. De Noordzee heeft sectornummers 27.4.a tot 27.4.c toegewezen gekregen (zie Figuur 10.1). Deze drie sectoren worden binnen de visserijsector ook aangeduid met de

⁹⁰ Het Nederlandse grondgebied staat niet gelijk aan de EEZ en het NCP. Binnen de EEZ heeft Nederland enkel soevereine rechten, o.a. ten aanzien van exploitatie van natuurlijke hulpbronnen. Zie ook: <https://www.noordzeeloket.nl/beheer/maritieme-zones/>

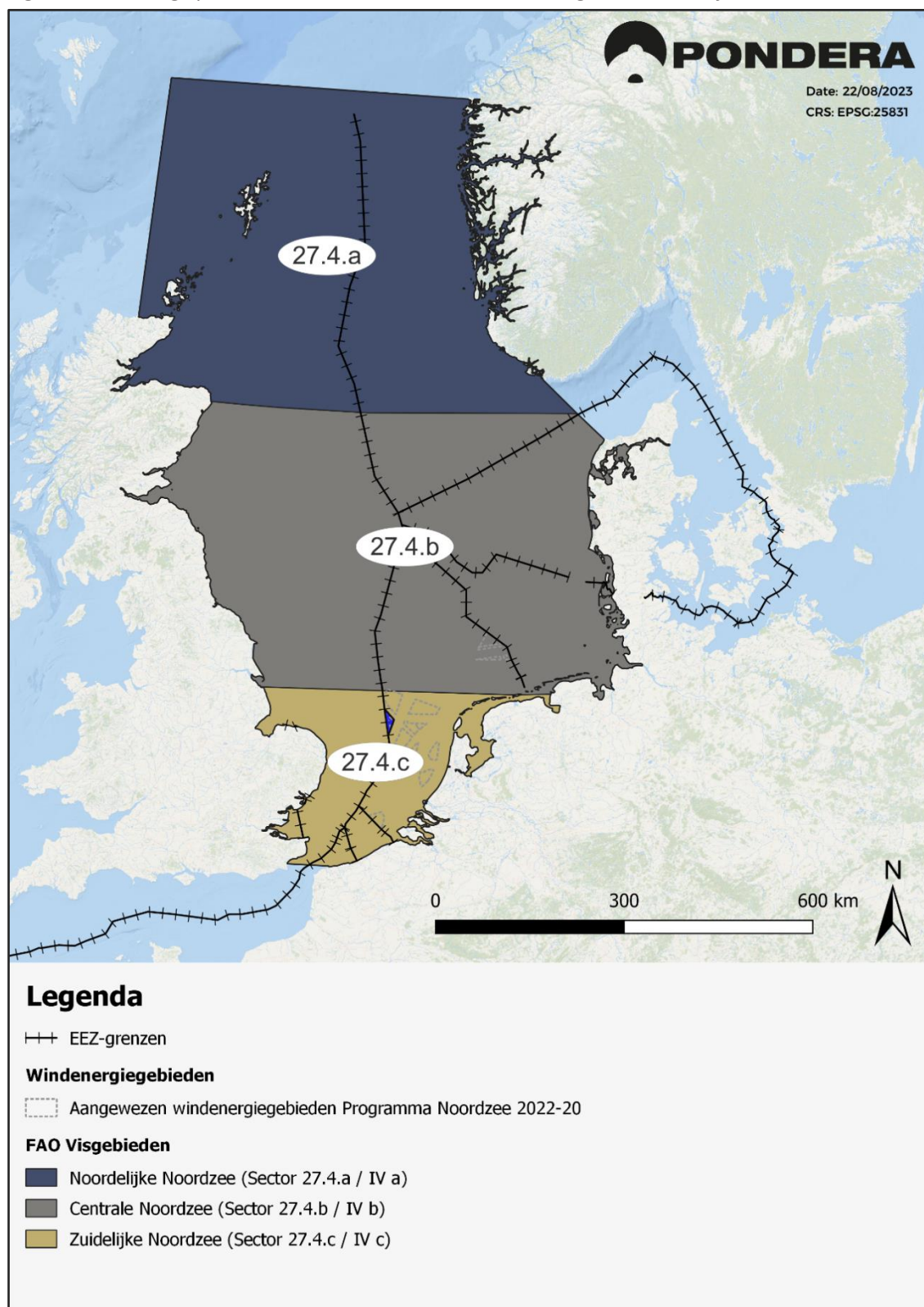
handelsbenamingen Noordelijke, Centrale en Zuidelijke Noordzee.⁹¹ Nederwiek (zuid) ligt in de zuidelijke Noordzee (27.4.c).

Binnen de grenzen van het NCP zijn veel Nederlandse vissers actief. Het Nederlands NCP omvat gebieden die tot de drukst beviste gebieden van de Noordzee behoren. Visserij is in beginsel overal op het NCP toegestaan, behalve op plekken waar dat is verboden door het ruimtegebruik van andere functies. Voorbeelden zijn de veiligheidszones van windparken en (mijnbouw)installaties. Vooral de bodemberoerende visserij is in bepaalde delen van Natura 2000-gebieden verboden (onder andere op basis van het VIBEG-akkoord⁹²). Binnen de 12-nautische mijlsgrens mogen alleen schepen met een motorvermogen van minder dan 300 pk vissen. Als visserij niet te combineren is met andere gebruiksfuncties binnen de beschikbare ruimte, wordt gebiedspecifiek afgewogen welke functies voorrang krijgen.

⁹¹ Handelsbenamingen EU, Bron: https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/area_nl?code=27 (geraadpleegd juni 2022)

⁹² Rijksoverheid, Nieuwsbericht 13-12-2011: Delen Noordzee verboden voor visserij door akkoord natuurbeweging, vissers en rijksoverheid.

Figuur 10.1 Indeling op basis van EEZ-zones en handelsbenamingen in de visserij.



Nederlandse visserij

De Nederlandse visserij vist verspreid over het NCP op demersale (bodemgebonden) en pelagische (niet-bodemgebonden) vis. De demersale visserij vist direct boven de zeebodem op met name platvissen zoals tong en schol. De vistuigen die hierbij gebruikt worden, maken contact met de zeebodem tijdens het vissen. Daarom wordt demersale visserij ook wel bodemberoerende visserij genoemd. De pelagische visserij (grote zeevisserij) vist in de waterkolom naar schoolvormende vissen zoals haring en makreel, waarbij geen contact met de zeebodem wordt gemaakt. Hierbij worden grotere schepen dan in de demersale visserij gebruikt. Hierdoor kunnen zij verder en langer uitvaren en is het bereikbare areaal visgronden ook relatief groot ten opzichte van de demersale visserij. Er worden verschillende type visserijschepen en vistuigen gebruikt, afhankelijk van de vissoort waarop gevist wordt en het type schip. In Tabel 10.4 staat een overzicht van de voornaamste vistechieken en doelsoorten van de verschillende Nederlandse visserijsectoren.

Tabel 10.4 Soorten visserijschepen en voornaamste vistuigen en doelsoorten.

Grote zeevisserij (> 50m lengte, noordoostelijk Atlantische Oceaan)	Trawlerschepen met netten (verschillende soorten)	Schoolvormende vissen (o.a. sardine, sardinella, makreel, blauwe wijting, horsmakreel, haring)	Pelagisch
Kottervisserij (15 - 50m lengte, Noordzee)	Kotterschepen met sleepnetten (boomkor, SumWing, twinrig, flyshoot)	Platvissen (o.a. schol, tong, heilbot, tarbot, schar)	Demersaal
Overige kleine zeevisserij	Diverse soorten kleine schepen met hengel, staand want, fuiken en korven, kleine trawls en schelpdiervisserij	Diversen	Diversen
Mosselcultuur	Schepen voor het uitzetten van bodemgebonden kweekinstallaties (bodemcultuur), drijvende kweekinstallaties (hangcultuur), sleepnetten en mosselzaadinvanginstallaties	Mosselkweek, vangst mossel/bodemzaad, mosselbroed (larven)	Passief
Oestervisserij	Schepen voor het uitzetten van bodemgebonden kweekinstallaties (bodemcultuur), drijvende kweekinstallaties (hangcultuur)	Oesterkweek, vangst oesterbroed (larven)	Passief

Gebiedsafhankelijkheid van visserij

De aanwezigheid van voldoende vis in een bepaald gebied is niet vanzelfsprekend. Deze kan sterk variëren tussen verschillende vissoorten en schommelen als gevolg van seizoenmigratie. Het is daardoor lastig om eenduidig gebieden aan te wijzen die meer of minder waardevol zijn voor de Nederlandse visserijsector. Dit is met name zo voor pelagische visserij, die door een gebiedsafsluiting als het ware minder zoekruimte overhoudt waarbinnen naar grote scholen vis gezocht kan worden. De demersale visserij is daarentegen relatief meer afhankelijk van visbestekken (visgronden). Dit zijn voor vissers bekende gebieden waar doelsoorten vaker, of in grotere aantallen, aanwezig zijn en daarom intensiever bevestig worden.

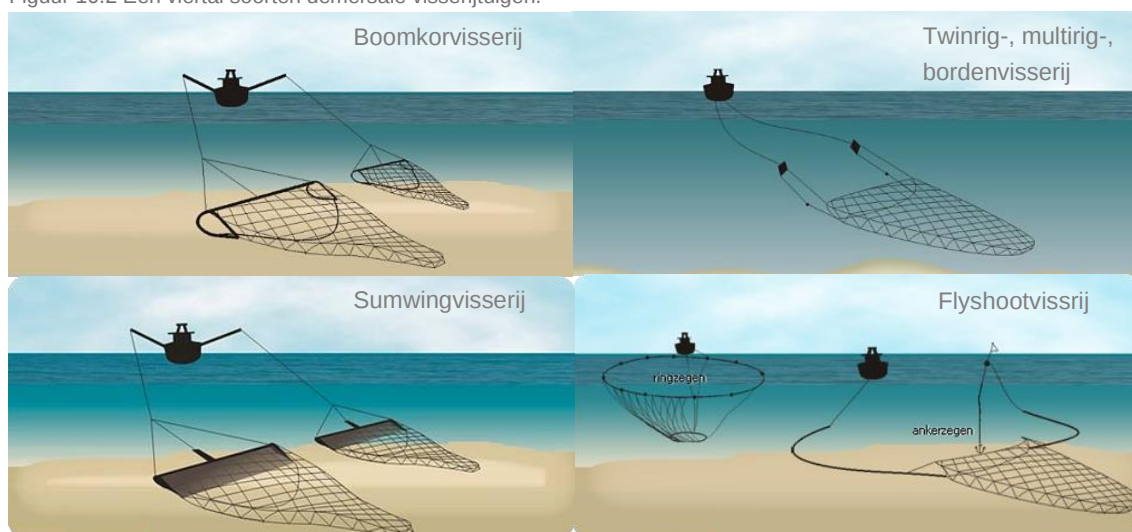
Een ruimtelijke analyse van demersale visserijtypen⁹³ laat zien dat deze vissers specifieke visbestekken opzoeken en relatief intensief bevissen. Binnen deze visbestekken liggen leefgebieden die binnen de Noordzee relatief zeldzame benthische⁹⁴ habitats vormen en daardoor aantrekkelijk zijn voor demersale vissoorten. Het onderzoek geeft voor het eerst inzicht in de ecologische karakteristieken van verschillende zeelandschappen die doelgericht bevist worden in de Noordzee door de demersale visserijsector. De resultaten benadrukken dat de demersale visserijactiviteiten niet gelijkmatig over de Noordzee verdeeld zijn, maar zich concentreren rondom specifieke zeelandschappen. Er blijkt sprake van visserij-hotspots op locaties die vaak gekenmerkt worden door een unieke combinatie van omgevingskenmerken. Deze locaties bieden unieke leefgebieden voor het onderwaterleven.

Ze trekken daarmee een rijke vispopulatie aan, wat de ecologische waarde van deze gebieden bovengemiddeld hoog maakt. Een deel van deze 'hotspots' ligt binnen Natura 2000-gebieden. Binnen de Natura 2000-gebieden zijn zones waar visserijactiviteiten deels beperkt worden.

Nederlandse demersale visserij

De Nederlandse demersale visserij was in de periode van 2010 tot en met 2021, met een aanvoer van 897 miljoen kg, goed voor zo'n 19,9 % van de totale visaanvoer⁹⁵.

Figuur 10.2 Een viertal soorten demersale visserijtuigen.



Met behulp van satelliet-positiesgegevens van Nederlandse demersale vissersschepen is gekeken naar de verdeling van demersale visintensiteit over de Noordzee. Figuur 10.3 t/m Figuur 10.6 laten het gemiddeld aantal beviste km² zeeoppervlak per jaar zien tussen 2008 en 2015 voor respectievelijk de soorten schol, kreeft en tong en voor overige demersale visactiviteiten. De analyse laat duidelijke hotspots zien, plekken die elk jaar intensief bevist worden. Een deel van deze hotspots ligt in de Nederlandse EEZ, maar ze komen ook voor in de EEZ's van het Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland en Denemarken.

⁹³ Van der Reijden, K.J., Hintzen, N.T., Govers, L.L., Rijnsdorp, A.D., Olff, H. (2018) North Sea demersal fisheries prefer specific benthic habitats. PLoS ONE 13(12): e0208338. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208338>. <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Noordzeevissers-tonen-voorkeur-voor-zeldzame-habitats.htm>

⁹⁴ Van 'benthos': een verzamelnaam voor alle organismen die op of rondom de bodem van wateren leven.

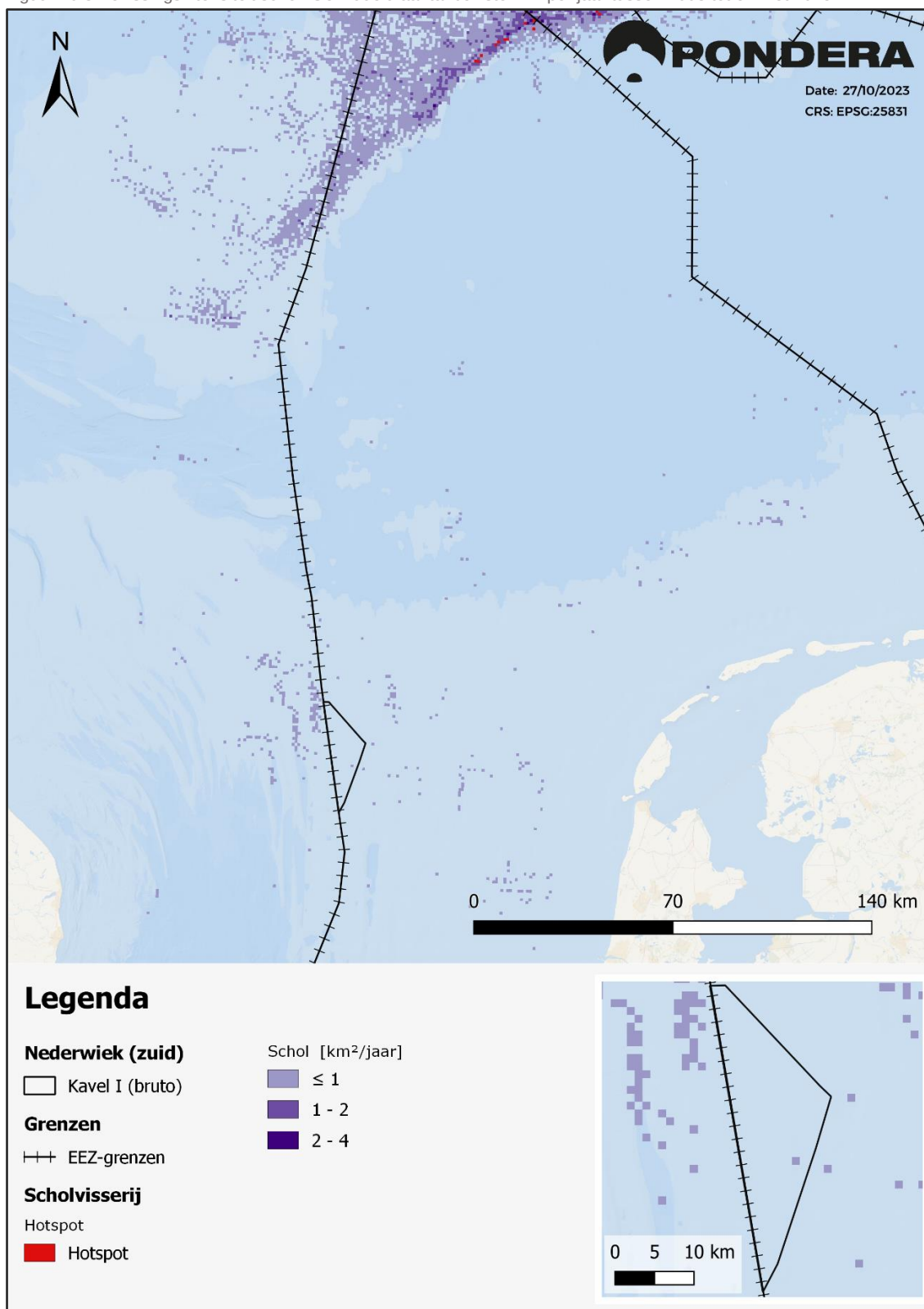
De scholvisserij vist verspreid op zee en voornamelijk buiten het NCP, in het noordelijke deel van de Noordzee (Figuur 10.3). Er lijkt een voorkeur te zijn voor de toppen van zandgolven, die op de flanken van bijvoorbeeld de Doggersbank liggen. In kavel I Nederwiek (zuid) wordt niet significant op schol gevist.

Noorse kreeften worden actief bevestigd in de modderigste gebieden van de Noordzee, voornamelijk in de noordelijke (diepere) delen van de Noordzee. Deze gebieden liggen ver ten noorden van Nederwiek (zuid) kavel I. Binnen de bruto kavel zijn er weliswaar locaties waar er licht intensief op kreeft gevist, maar deze locaties beperken zich vooral tot een smalle strook langs de EEZ-grens. Deze locaties liggen buiten de netto kavel, en hier zullen dus geen windturbines worden geplaatst. Binnen de netto kavel wordt niet significant op kreeft gevist. Zie Figuur 10.4.

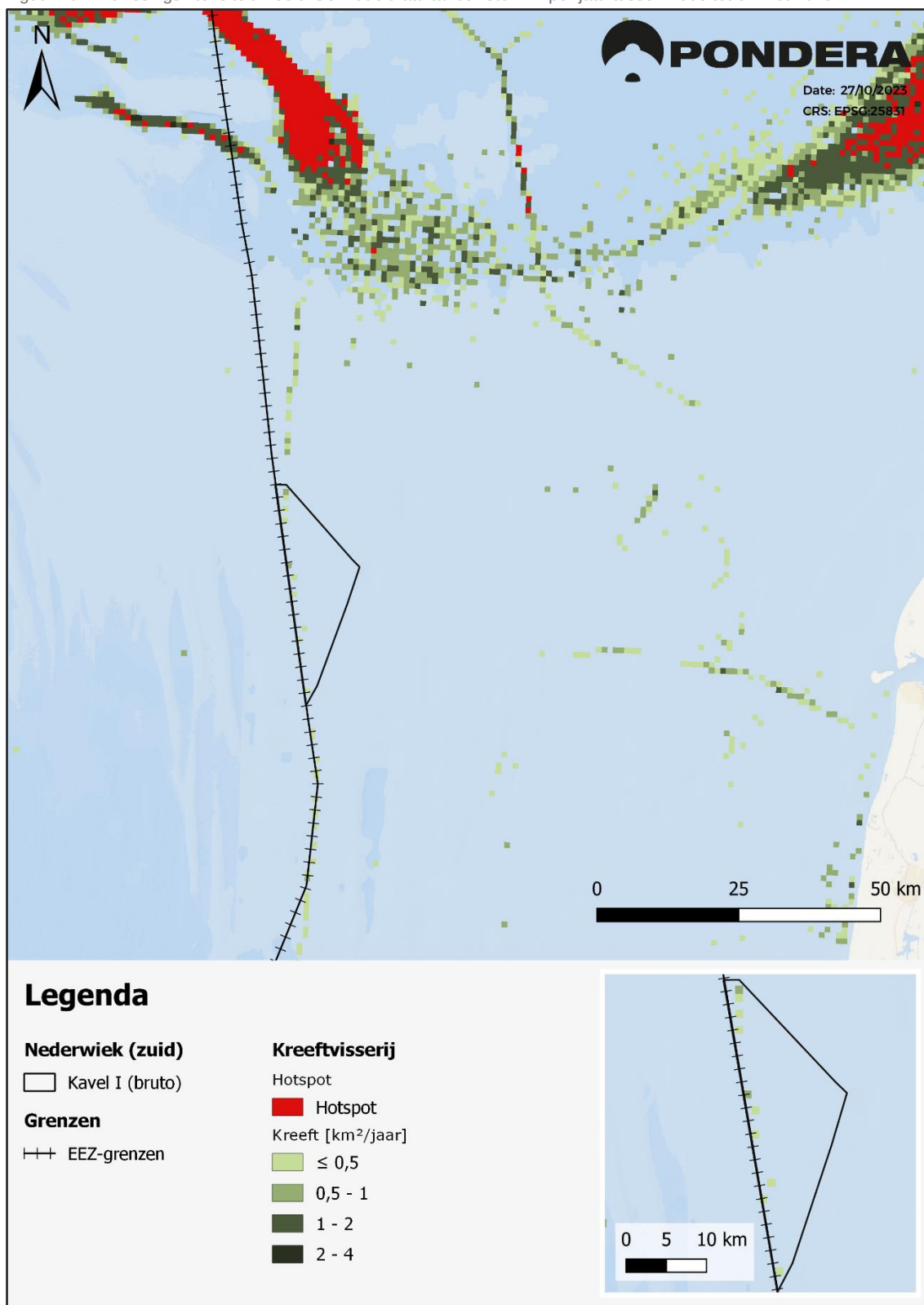
Tongvissers zijn actief in de gehele zuidelijke Noordzee en op een groot deel van het NCP, vooral in de diepere troggen tussen de grote zandbanken. De meeste tongvisactiviteit en een groot aantal hotspots zijn verspreid over het zuidwesten van het NCP, tussen de Nederlandse en Engelse kust, en de hele zuidelijke Noordzee. Binnen de bruto kavel ligt een vijftal kleine en versnipperde hotspots voor tongvissers, waarvan er vier (grotendeels) buiten de netto kavel vallen. Zie Figuur 10.5.

De overige demersale visactiviteiten (bijvoorbeeld op garnalen) concentreren zich vooral in gebieden langs de Nederlandse kust en in enkele gebieden verder op zee (Figuur 10.6). Deze specifieke voorkeuren zijn gekoppeld aan het voorkomen van de doelsoorten op deze locaties. Nederwiek (zuid) kavel I omvat slechts enkele versnipperde gebieden die licht intensief bevestigd worden door deze vissers.

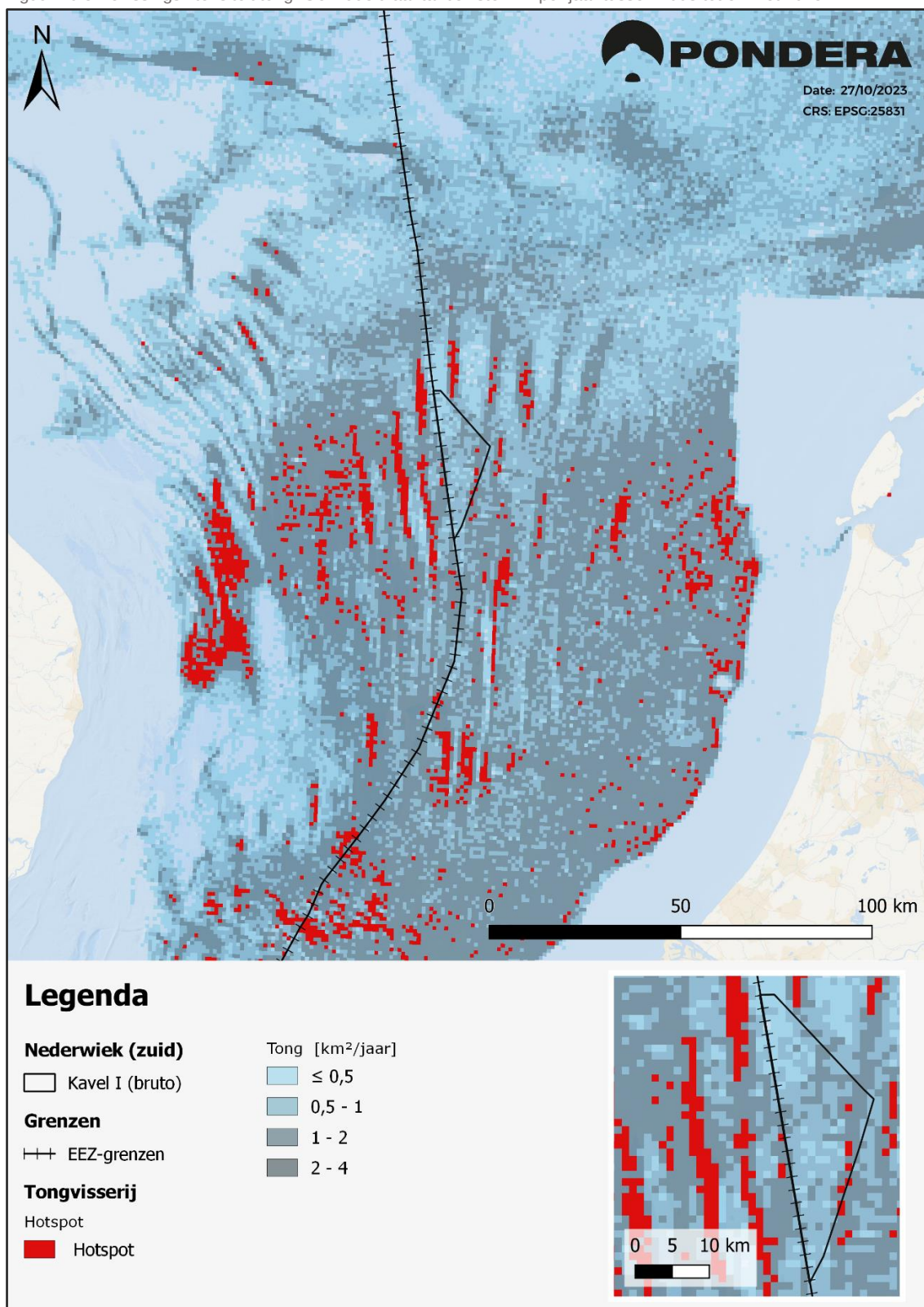
Figuur 10.3 Bevisingsintensiteit schol. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁹³



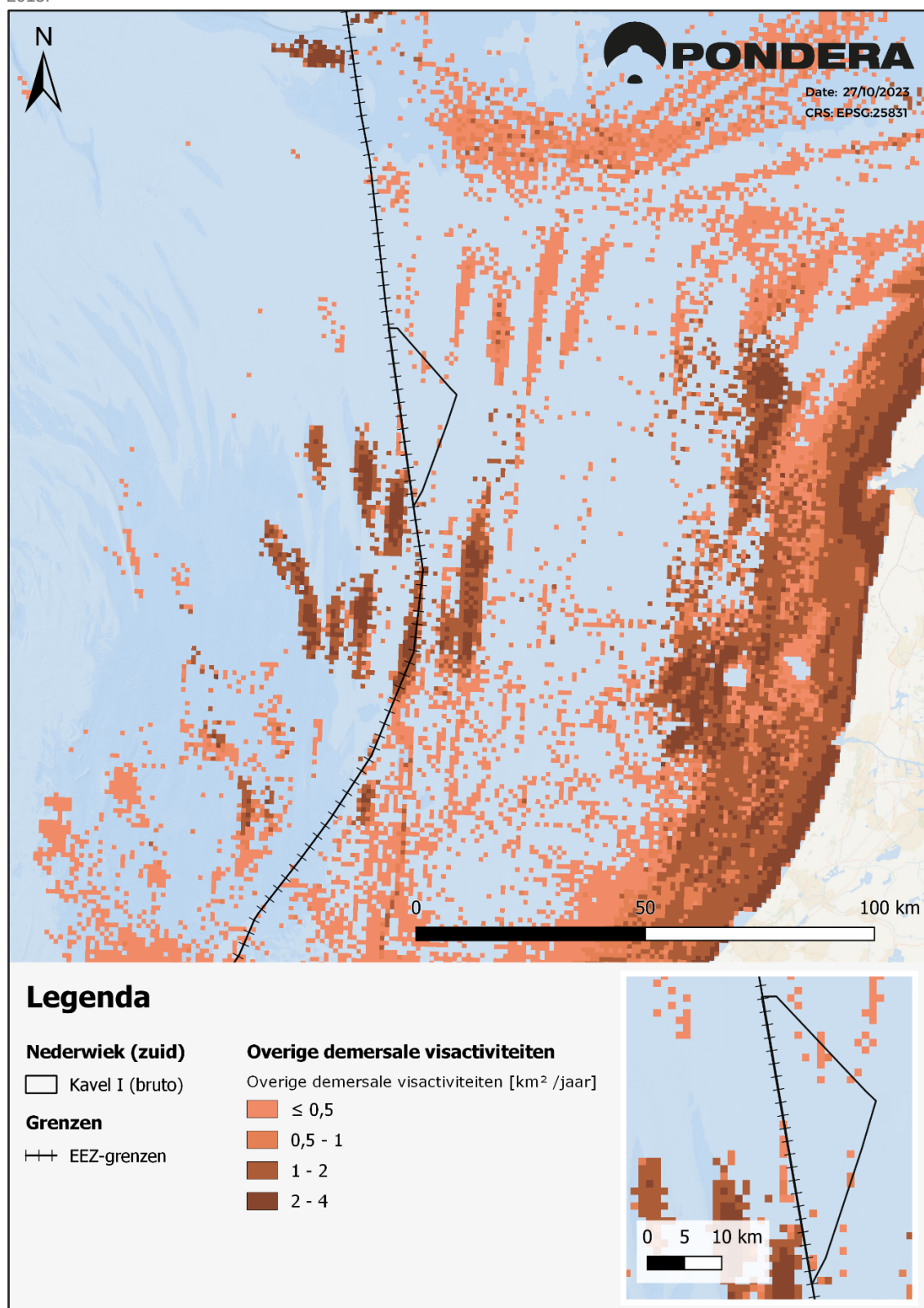
Figuur 10.4 Bevissingsintensiteit kreeft. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁹³



Figuur 10.5 Bevisingsintensiteit tong. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁹³



Figuur 10.6 Bevissingsintensiteit overig demersale vis. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁹³



Ontwikkeling Nederlandse visserijsector tot 2022

In Figuur 10.7 is de ontwikkeling van de Nederlandse vlootsamenstelling tussen 2009 en 2022 te zien⁹⁵. Het aantal actieve schepen is in deze periode gedaald met 12,5% van 666 in 2009 naar 583 in 2022.

In de grote zeevisserij is in de periode 2009-2022 het aantal vaartuigen relatief het sterkst afgenomen met 43% van 14 in 2009 naar 8 in 2022 in 2022. De grote zeevisserij groeide tussen 2020 en 2021, en bleef in 2022 in omvang stabiel.

De kottervisserij groeide in de periode 2015-2020, vanwege goede resultaten, naar 293 kotters. Gedurende de daaropvolgende jaren nam de vlootgrootte (als gevolg van de autonome ontwikkelingen, beschreven in de rest van deze paragraaf) echter weer af naar 261 schepen in 2022. Dit is een relatieve afname van 13 %. De overige kleine zeevisserij nam met 12,5 % in omvang af van 273 schepen in 2009 naar 239 in 2022.

De omvang van de mosselvloot nam af met drie schepen en komt uit op 45 schepen in 2022. De oestersector groeide in omvang naar 30 schepen (ten opzichte van 26 schepen in 2020). Meerdere mosselkotters worden ook voor oestervisserij ingezet en vice versa. Dat verklaart grotendeels de toename van 19 naar 26 oesterschepen in de periode 2015-2020.

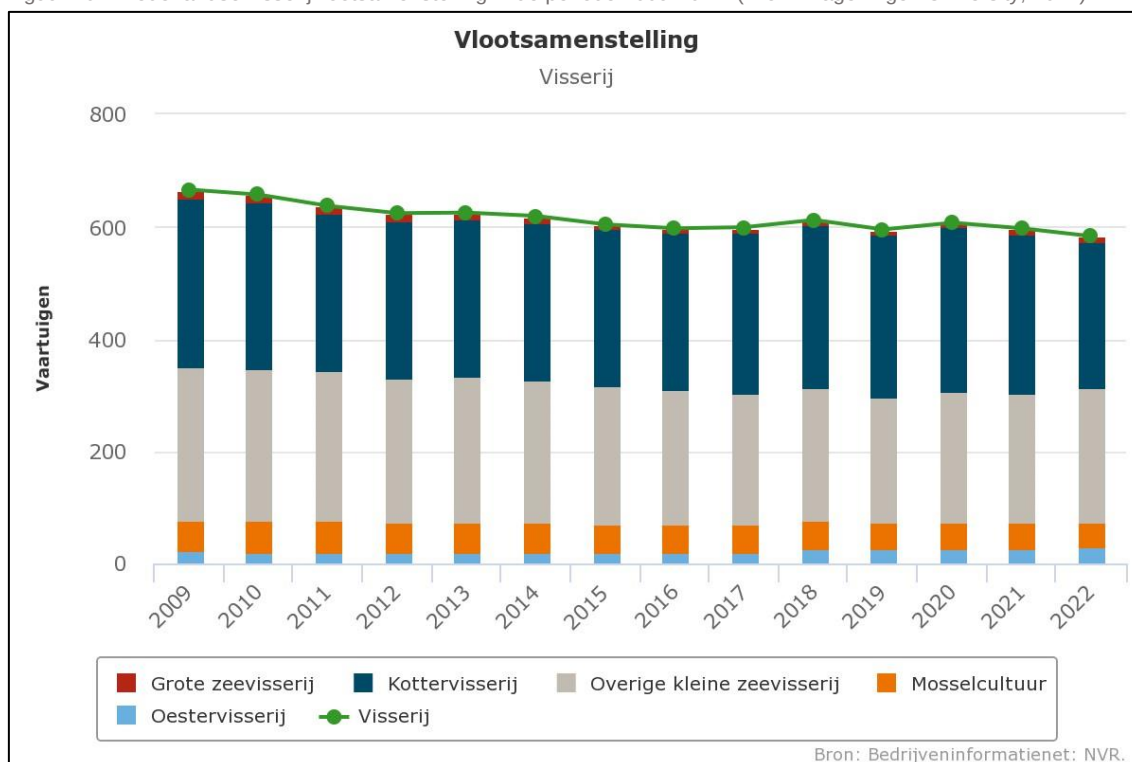
In Figuur 10.8 en Figuur 10.9 is de aanvoer van de Nederlandse visserij in miljoenen kg weergegeven in de periode 2009-2021⁹⁵. De grote zeevisserij (pelagisch), die meerdere weken uit kan varen naar gebieden ver buiten het NCP, is in 2021 verantwoordelijk voor ongeveer 70% van de visaanvoer. De kottervisserij (demersaal) voor ongeveer 18%. Het overige deel bestaat uit aanvoer vanuit de schelpdiervisserij (mossels en oesters) en overige kleine zeevisserij.

Tabel 10.5 Aantal actieve visbedrijven in de periode 2009-2022 voor geselecteerde jaren. Bron: Wageningen University (2022)⁹⁵.

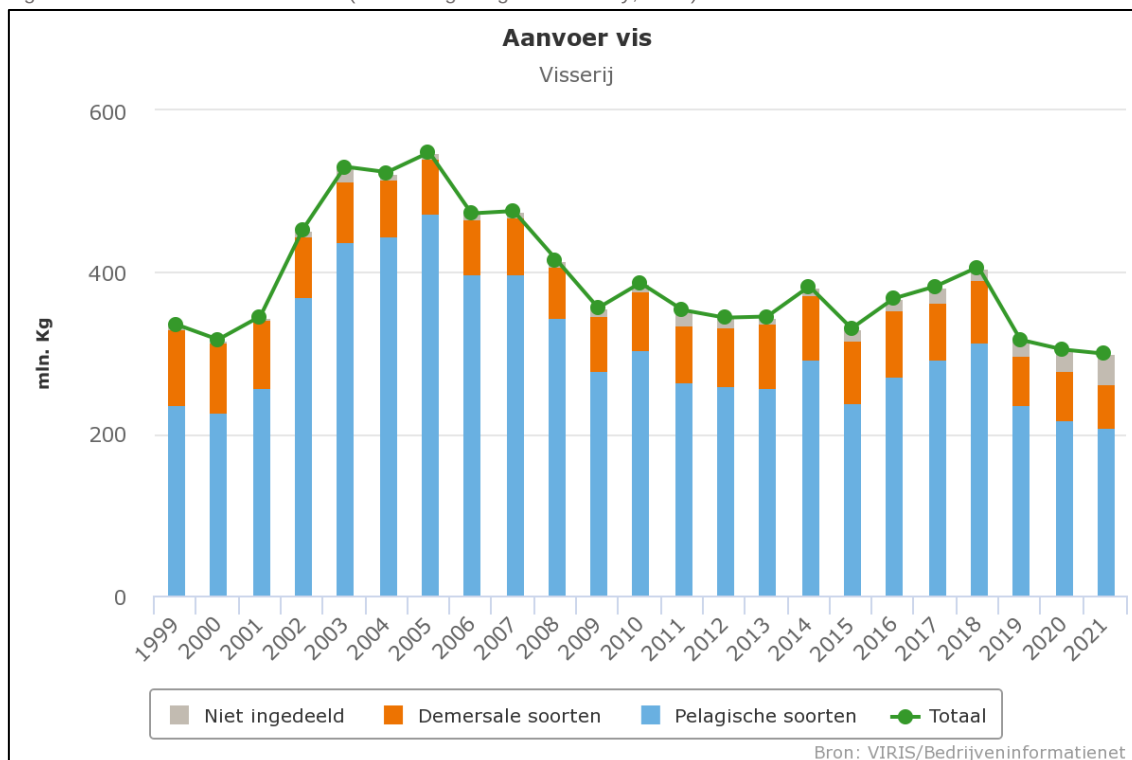
	Grote zeevisserij	Kottervisserij	Overige kleine zeevisserij	Mosselcultuur	Oestervisserij	Totaal
2009	14	300	273	57	22	666
2015	8	279	247	51	19	604
2020	6	293	234	48	26	607
2021	8	284	231	48	26	597
2022	8	261	239	45	30	583
Absoluut verschil 2009-2022	-6	-39	-34	-12	+8	-83
Relatief verschil 2009-2022	-42,87 %	-13 %	-12,45 %	-21,05%	+36,36 %	-12,46 %

⁹⁵ Wageningen University (2022), agrimatie – informatie over de agrosector. , Geraadpleegd in oktober 2023 via <https://agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526§orID=2860&themaID=2286&indicatorID=2880>

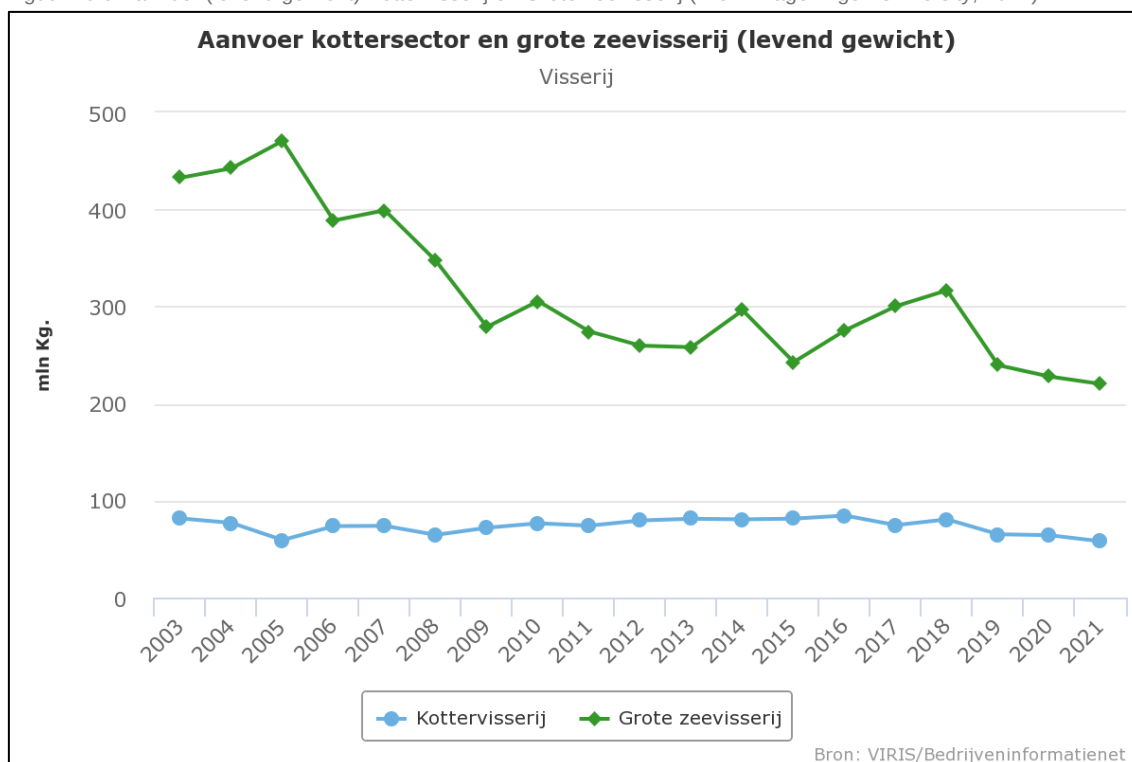
Figuur 10.7 Nederlandse visserijvlootsamenstelling in de periode 2009-2021. (Bron: Wageningen University, 2022)⁹⁵.



Figuur 10.8 Aanvoer van vissoorten (Bron: Wageningen University, 2022)⁹⁵.



Figuur 10.9 Aanvoer (levend gewicht) Kottervisserij en Grote zeevisserij (Bron: Wageningen University, 2022)⁹⁵.



Autonome ontwikkelingen

Afname vangstvolumes

Sinds 2017 nemen de vangstvolumes van bijna alle commerciële doelsoorten in de Noordzee af. Tevens laten de cijfers (zie Tabel 10.5) zien dat het aantal actieve visbedrijven in bijna alle vissectoren (behalve oestervisserij) is afgenomen. Dit komt onder andere door de financiële verliezen en remmende invloed op innovaties en investeringen als gevolg van de aanlandplicht, gebiedssluitingen, het verbod op pulsvisserij, het Noordzeeakkoord en de sterk gestegen kosten als gevolg van de Russische invasie van Oekraïne. Hieronder worden deze ontwikkelingen kort beschreven.

Aanlandplicht

De aanlandplicht is onderdeel van het gemeenschappelijk visserijbeleid voor de Europese Unie en is in 2014 ingevoerd (met ingang per 2015 voor de pelagische visserij en 2016 voor de demersale visserij). De plicht houdt in dat bijvangst van over-quota vissoorten aangeland moeten worden, ingesteld ter bestrijding van discards (teruggooien van bijvangsten). Bijvangst neemt visruim in en kost extra manuren voor de vangstverwerking, waardoor de netto-opbrengsten van visbedrijven onder de plicht kunnen lijden⁹⁶.

Gebiedssluitingen

De Nederlandse visserij kan lijden onder mogelijke gebiedssluitingen als gevolg van het Natura2000-beleid en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Tevens is er als gevolg van de uittreding van het Verenigd Koninkrijk uit de Europese Unie (Brexit) in 2020 mogelijk sprake van extra toekomstige gebiedssluitingen

⁹⁶ Marloes Kraan, Volkskrant. Betrek ook actieve vissers bij visserijbeleid. 13 september 2016, geraadpleegd 31 maart 2023 via <https://www.volkskrant.nl/columns-opinie/betrek-ook-actieve-vissers-bij-visserijbeleid-b195848/>.

voor de Nederlandse visserij door een mogelijke sluiting van de Britse EEZ in 2025 (als deel van de Brexit-deal). Een andere beperking die voortkomt uit de Brexit-deal, is de voorwaarde dat Europese vissers een deel van de vangst uit de Britse EEZ af moeten staan.

Omdat de negatieve gevolgen van de Brexit voor de visserijsector groot kunnen zijn, is er gewerkt aan drie subsidieregelingen die vanuit de Europese Unie met het Brexit Adjustment Reserve (BAR) gefinancierd worden^{97,98}. Vanuit de BAR wordt een bedrag van €200 miljoen beschikbaar gesteld voor de visserijsector. Circa driekwart hiervan wordt besteed aan het saneren van vissersvaartuigen voor vissers die stoppen (SVV). Het overige deel is beschikbaar als steun voor inkomensverlies dat geleden is in het eerste kwartaal van 2021 (SIV) en voor het mogelijk gedwongen stilliggen als gevolg van de Brexit in de jaren 2021, 2022, en 2023 (VSB).

Verbod pulsvisserij

In 2018 stemde het Europese Parlement in met een Frans wetsvoorstel om per 1 juli 2021 pulsvisserij te verbieden⁹⁹. Ruim een kwart van de totale Nederlandse vloot (84 schepen) maakte tot het verbod gebruik van deze vistechiek. Het verbod kan in de jaren na 2021 grotere veranderingen in de kottervisserij veroorzaakt hebben die nog niet duidelijk in cijfers zijn terug te zien.

Het Noordzeeakkoord

In 2020 is op initiatief van de Nederlandse overheid het Noordzeeakkoord gesloten. In dit akkoord is beoogd om invulling te geven aan drie grote veranderingen op de Noordzee; energieopwekking, bescherming van de natuur, en voedsellevering (met visserij als voornaamste bron), en hoe deze veranderingen kunnen samengaan¹⁰⁰. Voor de visserij is het belangrijkste deel van het akkoord dat 15 % van de Noordzee in 2030 gevrijwaard is van bodemroering door visserij. Het gaat daarbij om ecologisch waardevolle gebieden (huidige en toekomstige Natura 2000 en Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)-gebieden).

Stijging brandstofprijzen en saneringsregelingen

Sinds de Russische invasie van Oekraïne in februari 2022 is de internationale olie- en gasmarkt sterk verstoord, wat heeft geleid tot ongekende stijgingen van brandstofprijzen, voornamelijk in de eerste maanden na de invasie.¹⁰¹ Daar ondervond de visserijsector direct sterke gevolgen van. Brandstof is voor een kottervisser de grootste kostenpost en een stijging heeft direct effect op de winsten. Sommige kottervissers zijn hierdoor gedwongen (geweest) periodes aan wal te blijven¹⁰². Tussen 17 maart en 2 mei

⁹⁷ Adriaansens, M. 11 februari 2022, Kamerbrief: Publicatie verordening Brexit Adjustment Reserve en nationale Invulling, Minister van Economische Zaken en Klimaat, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/02/11/kamerbrief-over-publicatie-verordening-brex-it-adjustment-reserve-en-nationale-invulling>, geraadpleegd in juni 2022

⁹⁸ Vissersbond, Ontwikkelingen sanering vanuit BAR, <https://www.vissersbond.nl/ontwikkelingen-sanering-vanuit-bar/>, geraadpleegd in juni 2022

⁹⁹ NU.nl. Europees hof houdt verbod pulsvisserie overeind ondanks bezwaren Nederland. 15 april 2021. Geraadpleegd 31 maart 2023, via <https://www.nu.nl/economie/6127831/europees-hof-houdt-verbod-pulsvisserie-overeind-ondanks-bezwaren-nederland.html>.

¹⁰⁰ Noordzeeoverleg. Informatie over het Noordzeeakkoord. Geraadpleegd 16 april 2023 via <https://www.noordzeeoverleg.nl/noordzeeakkoord/default.aspx>.

¹⁰¹ RTL Nieuws, 24 februari 2022. Gas- en olieprijs flink hoger door Russische inval Oekraïne. Naar:

<https://www.rtlnieuws.nl/economie/beurs/artikel/5290515/olieprijs-gasprijs-stijgen-rusland-oekraïne-poetin>

¹⁰² Vissersbond, Brandstofprijscrisis kottervisserij, <https://www.vissersbond.nl/brandstofprijscrisis-kottervisserij/>, bron geraadpleegd in juni 2022

2022 kregen kottervissers een brandstoftoeslag. Deze bedroeg 75 cent per kilo tong, tarbot en griet, en 20 cent per kilo voor de overige, goedkopere vissoorten.

Toch leidden de sterk gestegen kosten in combinatie met een dalende omzet ertoe dat veel visbedrijven in financiële problemen terecht kwamen. Om die reden kwam het kabinet in juli van 2022 met een uitkoopregeling (saneringsregeling), waarvoor 155 miljoen euro werd uitgetrokken. Volgens belangenorganisatie VisNed heeft destijds bijna tweederde (65 %) van de vissersbedrijven zich aangemeld voor de saneringsregeling.¹⁰³ Van de in totaal 283 kottervisbedrijven in Nederland, visten er anno 2021 ruim 120 op vis.

In een persbericht¹⁰⁴ gepubliceerd op 4 augustus 2023 meldde het Ministerie van LNV echter dat het aantal vissers dat daadwerkelijk heeft besloten zijn kotter te laten slopen om gebruik te kunnen maken van de saneringsregeling, een stuk lager uitvalt dan de 72 aanvragen die zijn goedgekeurd. Uit de definitieve cijfers blijkt dat door 54 kotters gebruik wordt gemaakt van de saneringssubsidie¹⁰⁵. Een woordvoerder van het Ministerie van LNV meldde maanden eerder al dat een deel van de vissers zich nog zou terugtrekken als de brandstofprijzen voldoende zouden dalen. In juli 2023 lagen de dieselprijzen ruim 22,6 % lager dan op het hoogtepunt in juni 2022¹⁰⁶.

Door deze ontwikkeling zal de daling van de aanvoer van Noordzeevis door de Nederlandse visserijvloot vermoedelijk ook minder zijn dan is berekend. Toch heeft ruim 19% van de Nederlandse vissersschepen van de saneringsregeling gebruik gemaakt.

De verwachting is dat door (een combinatie van) de in deze paragraaf beschreven autonome ontwikkelingen de intensiteit van visactiviteiten op de Noordzee in de komende jaren blijft afnemen.

Verduurzaming en innovatie

Hierboven beschreven ontwikkelingen vinden plaats binnen een transitie naar een duurzame energie- en voedselvoorziening en het verder versterken van mariene ecosystemen. Deze ontwikkelingen oefenen druk uit op de visserijsector. Deze druk zet op zijn beurt aan tot een transitie naar een toekomstbestendige, duurzame visserijsector. De transitie is belangrijk voor het voortbestaan van de sector. In de Nationale Omgevingsvisie 2020¹⁰⁷ en het Programma Noordzee 2022-2027 wordt de ontwikkeling van duurzame voedselproductie en verduurzaming van de visserij gezien als een activiteit van nationaal belang.

Er is ruimte voor innovatie in vangsttechnieken die de bodem minder beroeren en onbedoelde bijvangst verminderen. Lichtere vistuigen leiden tot forse besparingen op het brandstofverbruik. Ook met de trawlvisserij (twinrig, quadrig en outrig) en de ankerzegenvisserij zijn voordelen te behalen ten opzichte van de reguliere kottervisserij. Die maakt vooral gebruik van de traditionele boomkor met wekkerkettingen.

¹⁰³ Jelle Reijman, EenVandaag, 30 november 2022. Twee derde van de Nederlandse vissers meldt zich aan voor uitkoopregeling: 'Als dit doorgaat, is dit het einde van de sector'. Naar: <https://eenvandaag.avrotros.nl/item/twee-derde-van-de-nederlandse-vissers-meldt-zich-aan-voor-uitkoopregeling-als-dit-doorgaat-is-dit-het-einde-van-de-sector/>.

¹⁰⁴ Rijksoverheid, actueel nieuws 04-08-2023. Aantal aanvragen saneringsregeling visserijkotters valt lager uit. Geraadpleegd 18-08-2023 via <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2023/08/04/aantal-aanvragen-saneringsregeling-visserijkotters-valt-lager-uit>.

¹⁰⁵ In totaal kwamen 146 visserijschepen in aanmerking voor de regeling.

¹⁰⁶ CBS, Pompprijzen motorbrandstoffen; locatie tankstation, brandstofsoort. Gewijzigd 3-8-2023, geraadpleegd 18-8-2023 via <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81567NED>

¹⁰⁷ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Nationale Omgevingsvisie, 2020.

Binnen toekomstige windparken wordt voortaan ook de mogelijkheid tot passieve visserij en maricultuur onderzocht.

10.4.2 Effectbeschrijving

Waarde van windenergiegebieden voor de Nederlandse demersale visserij

In een onderzoek van Deetman et al.¹⁰⁸ uit 2020 is voor de op dat moment (anno 2020) bekende zoekgebieden voor windenergie na 2030 berekend wat de vangstvolumes, monetaire opbrengst, bruto toegevoegde waarde en visserij-inzet zijn. Tabel 10.6 vat de uitkomsten van het onderzoek samen voor windenergiegebied Nederwiek (NW). Hierbij is voor Nederwiek de data gebruikt van het gebied dat in het rapport is aangeduid als 'zoekgebied 1' (zie Deetman et al.¹⁰⁸, pagina 11). Ook zijn dezelfde data opgenomen voor enkele zoekgebieden die niet in het onderzoek van Deetman et al. zijn opgenomen. Deze data zijn aangevuld met een vergelijkbaar rapport van Mol et al. uit 2019¹⁰⁹. Deze data kunnen worden gebruikt om de waarde van Nederwiek (zuid) kavel I te vergelijken met andere windenergiegebieden. In de data zoals gepubliceerd in het rapport van Deetman et al. is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende kavels van windenergiegebied Nederwiek. Wel kan op basis van de bruto oppervlaktes van de individuele kavels een inschatting worden gemaakt van de in vermelde kenmerken voor elke kavel, als wordt aangenomen dat de aanlanding homogeen¹¹⁰ verdeeld is, zie kolom 'NW (zuid)' in Tabel 10.6.

¹⁰⁸ Deetman, B., Eweg, A. Y., van Oostenbrugge, J. A. E., Mol, A., Hamon, K. G., & Steins, N. A. (2020). Wind op Zee: zoekgebieden 2030-2050 : inzicht in de sociaal-economische waarde van de zoekgebieden windenergie op de Noordzee 2030-2050 voor de Nederlandse visserij. (Rapport / Wageningen Economic Research; No. 2020-125). Wageningen Economic Research. <https://doi.org/10.18174/536640>

¹⁰⁹ Mol, A.; van Oostenbrugge, H.; Hintzen, N. Wind op zee; Bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. Februari 2019, geraadpleegd 16 april 2023 via <https://edepot.wur.nl/469809>.

¹¹⁰ Met 'homogeen' wordt in dit geval bedoeld dat de vangst (per eenheid oppervlakte) gelijk is over windenergiegebied Nederwiek, en dat het aandeel van de totale aanlanding voor een kavel dus gelijk is aan het aandeel in de oppervlakte.

A							B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z															
1							2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											
2							31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60										
3							61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90										
4							91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122								
5							123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155							
6							156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188							
7							189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222						
8							223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257					
9							258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292					
10							293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328				
11							329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365			
12							366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403		
13							404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441		
14							442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	
15							481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520

De waarde van kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) voor de Nederlandse demersale visserij is ingeschat en weergegeven in Tabel 10.7.

Gemiddelde inspanning per jaar (kW-dagen per jaar) ¹⁾	95.732
Gemiddelde aangelande vangst (kg per jaar)	259.301
Gemiddelde opbrengst (miljoen € per jaar)	0,52
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per jaar (miljoen € per jaar)	0,26

Milieueffectrapport kavel I Nederwiek
723097 | Windenergiegebied Nederwiek (zuid) | Definitief | 21-3-2025
247

Vissen binnen windenergiegebieden

In het Programma Noordzee is de procedure beschreven ten aanzien van passieve visserij in windenergiegebieden. In het programma staat;

“Visserijactiviteiten op de Noordzee worden gereguleerd via de regelgeving voor visserij en zijn daarom niet vergunning plichtig. Voor visserijactiviteiten is op grond van de (Europese) visserij wet- en regelgeving een visvergunning nodig voor het vaartuig en het vistuig. In beginsel kan op het hele Nederlandse deel van de Noordzee worden gevisst, behalve in de gebieden waar dit verboden is zoals in de veiligheidszones van installaties op zee. Rondom een windenergiegebied is een veiligheidszone ingesteld, binnen deze zone is de toegang beperkt en gelden specifieke regels in verband met de veiligheid en de te beschermen installaties. Met een visvergunning wordt geen toegang verleend tot het windenergiegebied. Toegang tot dit gebied buiten de doorvaartpassages zal alleen zijn toegestaan voor vissers die door het Rijk ruimte toegewezen hebben gekregen om passieve-visserijactiviteiten te kunnen uitoefenen. De ruimte die voor passieve-visserijactiviteiten beschikbaar is in een windenergiegebied is beperkt. De verdeling van deze schaarse ruimte vindt plaats via een inschrijving waarbij ondernemers, bij voorkeur in een consortium of ander samenwerkingsverband, inschrijven op een of meerdere specifieke ruimtes. De beschikbare ruimtes voor passieve visserij binnen een windenergiegebied worden opgenomen in de Handreiking gebiedspaspoort voor het windenergiegebied.”

In windenergiegebieden mag dus niet gevisst worden, tenzij een visbedrijf hiervoor toestemming heeft van het Rijk. Hiervoor dient een visbedrijf zich aan te melden. De beschikbare visruimte wordt verdeeld. In het Programma Noordzee is een lijst opgenomen met voorwaarden waar een visbedrijf aan moet voldoen om toestemming te kunnen krijgen om te vissen in een windenergiegebied.

De effecten als gevolg van verbodssluitingen en omvaren zijn voor de demersale visserij op een hoger detailniveau beschreven dan die op de pelagische visserij, omdat demersale visserij naar verwachting meer effecten ondervindt. Demersale visserij schepen kunnen minder ver en lang uitvaren op zee en hebben daardoor een kleiner areaal aan beschikbare visgronden dan pelagische visserij schepen.

Kader 10.1 Visserij in windenergiegebieden

Het uitgangspunt van voorliggend MER is conform het huidige beleid dat bodemberoerende (actieve) visserij in windenergiegebied Nederwiek zuid niet is toegestaan. Wel is passieve visserij binnen windparken toegestaan als vorm van medegebruik met behulp van bijvoorbeeld korven, lijnen of staand wand.

Bij het eventueel toestaan van actieve bodemberoerende visserij in windparken op zee heeft deze activiteit effect op onderwaterleven (vissen, zeezoogdieren en benthos), maar ook op vogels die door visserijeffecten worden aangetrokken en waardoor de kans op aanvaring met windturbines mogelijk toeneemt. Ook zal het mogelijk zijn dat aanvaringsrisico van visserij schepen met windturbines toeneemt. Het is nog onzeker of dergelijke visserijactiviteiten worden toegestaan in de toekomst. In dit MER worden de effecten van kavel I Nederwiek (zuid) in cumulatie beoordeeld met autonome ontwikkelingen maar niet met mogelijke en onzekere toekomstige ontwikkelingen. Bij het toestaan van actieve visserij in windparken op zee zal moeten worden onderzocht wat het effect is van deze activiteit binnen het windpark.

Effecten van omvaren

In mei 2019 zijn in een onderzoek van Ecorys¹¹¹ de kansen, risico's en kosten voor de demersale visserij onderzocht, wanneer visserij niet is toegestaan binnen windenergiegebieden van de oorspronkelijke routekaart 2030. Door deze gebiedssluitingen moeten vissers verder (om)varen om hun vangsten gelijk te houden. De kosten hiervan worden geschat op € 0,4 mln. Tot € 1,7 mln. per jaar, waarbij 160 van de 289 schepen zullen moeten omvaren. Dit komt neer op 1,4 – 5,8% van de nettowinst van de 160 omvarende schepen. De kosten van omvaren zijn hierbij gebaseerd op de situatie, waarin de nettowinst van € 54 mln. Voor de hele sector evenredig is verdeeld over alle schepen. Merk op dat windenergiegebied Nederwiek niet bij de oorspronkelijke routekaart hoort, en dat hier bovengenoemde getallen slechts indicatief zijn. Werkelijke waardes zullen (gezien de komst van nieuwe windenergiegebieden op de routekaart) hoger uitvallen.

In het onderzoek van Ecorys¹¹¹ is het uitgangspunt gehanteerd dat visserijactiviteiten door visquota beperkt zijn en vissers zullen omvaren om hun visquota volledig te behalen. Ze zullen daardoor meer tijd en kosten maken voor het behalen van dezelfde omzet. Visquota worden de laatste jaren niet altijd gehaald en in de Brexit-deal is afgesproken dat Europese landen een deel van hun quota aan het Verenigd Koninkrijk moeten afstaan. Ook is er aangenomen dat er geen doorvaartpassages worden aangebracht binnen windparken. Als deze wel worden aangelegd zal dit de noodzaak van omvaren (en de effecten als gevolg van omvaren) voor een deel mitigeren. Binnen kavel Nederwiek I is een doorvaartpassage gepland, dit heeft dus een effect op de noodzaak van omvaren.

Effectbeoordeling

Effecten tijdens de exploitatie

De totale bruto oppervlakte van kavel Nederwiek I bedraagt 273,2 km². Dit betekent dat, gelet op het huidige beleid en gezien de grootte van het NCP (57.000 km²), circa 0,48% van het NCP (aanvullend) onbereikbaar wordt voor visserij. Het totale bevisbare oppervlak op het NCP is echter wel kleiner dan 57.000 km², aangezien niet alle ruimte beschikbaar is door andere gebiedssluitingen. Zie ook paragraaf 10.17 over de cumulatieve effecten.

Recente vangstgegevens laten een beperkte omvang aan demersale visvangst zien. Daarbij is gebleken dat demersale visserij, in tegenstelling tot de pelagische visserij, vooral vist in gebiedsafhankelijke visbestekken. Het is daarom aannemelijk dat niet elk type visserij dezelfde effecten zal ondervinden als gevolg van deze gebiedsuitsluiting. Binnen kavel Nederwiek I liggen voor de demersale visserij enkele hotspots voor tongvisserij. Op kreeft, schol of overige demersale vissoorten wordt niet significant gevestigd in de kavel.

Kijkend naar de locatieafhankelijkheid van individuele schepen die momenteel vissen binnen windenergiegebied Nederwiek, kan het windpark in individuele gevallen een grotere beperking veroorzaken voor bepaalde type visserij. Dit is te verwachten voor boomkorschepen en in mindere mate voor schepen uitgerust met flyshootuigen.

Het verlies aan visgronden zal een geringe toename van de visserijdruk op de resterende visgronden veroorzaken. Hierdoor zal de vangstefficiëntie van een schip mogelijk kleiner worden. Hoewel het effect lastig te kwantificeren is, is het de verwachting dat dit gering is. Het windpark zal er wel toe leiden dat

¹¹¹ Ecorys, Kansen, risico's en kosten voor de visserij bij toestaan sleepnetvisserij in windenergiegebieden Eindrapportage, Rotterdam, 30 juli 2019.

vissersschepen meer moeten (om)varen. De toename van de vaartijd van vissersschepen is moeilijk in te schatten, omdat de visserijsector niet altijd van vaste vaarroutes gebruik maakt.

De effecten van het windpark op de visserij worden voor Nederwiek (zuid) kavel I licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar, bij ongewijzigd beleid, geen invloed op. Daarbij moet opgemerkt worden dat de effecten op de demersale visserij een grotere onzekerheid kennen door een hogere gebiedsafankelijkheid in vergelijking met de pelagische visserij.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben bij ongewijzigd beleid geen andere gevolgen voor de visserij dan tijdens de exploitatie, omdat deze activiteiten zich binnen hetzelfde gebied afspelen. De tijdelijke toename van scheepvaartbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zijn ten opzichte van de normale scheepvaart zeer klein; de visserij wordt hierdoor niet extra belemmerd. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.5 Mijnbouw

Mijnbouw vindt verspreid over het NCP plaats, op locaties waar olie- en gas in de zeebodem worden opgespoord of gewonnen. Bij het opsporen van olie en gas worden seismische onderzoeken uitgevoerd om de kansrijke locaties te bepalen waar boorputten geslagen kunnen worden. Van daaruit wordt er met gestuurde boringen gezocht naar olie- of gasvelden. Om deze vervolgens te winnen, wordt er vanaf de boorput een pijpleiding aangelegd naar een mijnbouwplatform met daarop de juiste faciliteiten. Opsporings- en winningsvergunningen bepalen door wie deze activiteiten uitgevoerd mogen worden en binnen welke gebieden op het NCP dat mag.

Een windpark vormt een fysiek obstakel en beperkt de ruimte die voor deze mijnbouwactiviteiten nodig is. Er gelden rondom verschillende mijnbouwfaciliteiten zones waarbinnen geen windturbines geplaatst mogen worden (veiligheidszones rond platforms) of beperkingen gelden (obstakelvrije zones ten behoeve van de helikopterbereikbaarheid, zones rond mijnbouwputten). Bij de (netto)verkaveling is hier reeds rekening mee gehouden, waardoor de effecten in beginsel al beperkt worden. De effecten op olie- en gaspijpleidingen worden in paragraaf 10.10 onderzocht. De vliegbewegingen van helikopters van en naar de mijnbouwwerken (olie- en gasplatforms) komen in paragraaf 10.6 aan de orde.

10.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Mijnbouwfaciliteiten, velden en boorgaten

Figuur 10.10 laat de ligging van kavel Nederwiek I zien ten opzichte van mijnbouwfaciliteiten (zoals boorplatforms), mijnvelden en boorgaten. Voor de mijnvelden (gas- en olievelden) wordt onderscheid gemaakt tussen producerende, niet-producerende en (tijdelijk) verlaten velden.

Uit de gegevens blijkt dat er binnen het (bruto) kavel Nederwiek I twee niet-producerende gasvelden liggen namelijk veld P01-FB en K16-5. Met “niet-producerend” wordt bedoeld dat in elk geval de komende 5 jaar er geen mijnactiviteiten zullen plaatsvinden. Bij deze gasvelden zijn er geen mijnbouwwerken gebouwd om het aanwezige gas te ontginnen. Binnen (bruto) kavel I van Nederwiek (zuid) zijn er tevens geen andere vormen van mijnbouwfaciliteiten aanwezig.

Op een aantal locaties in de (bruto) kavel hebben er in het verleden boringen plaatsgevonden, waardoor nog boorgat(rest)en kunnen bestaan zie Figuur 10.10. Twee van deze boringen zijn direct uitgevoerd in de eerdergenoemde gasvelden P01-FB en K16-5. Zie Tabel 10.8 voor een overzicht van de boringen binnen windenergiegebied Nederwiek (zuid). Tot slot is platform K13-A gelegen direct ten noorden van de kavel.

Tabel 10.8 Overzicht van boorgaten binnen windenergiegebied Nederwiek (zuid)

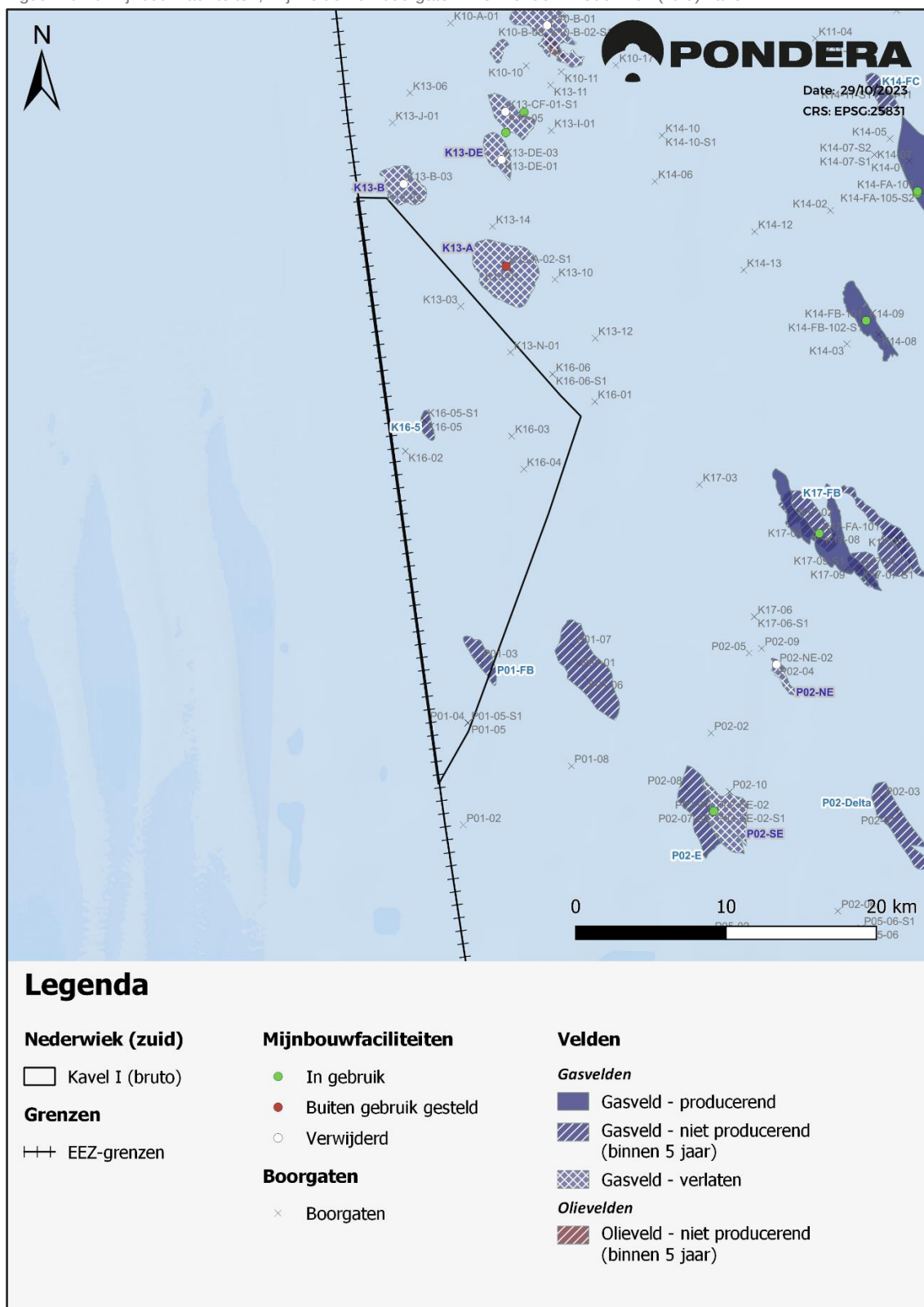
K16-02	06-04-1977	23-05-1977	Verticaal	2,439 km
K16-03	11-03-1982	02-04-1982	Verticaal	1,450 km
K16-04	28-12-1982	13-04-1983	Verticaal	3,050 km
K16-05	11-01-1987	06-03-1987	Verticaal	2,101 km
K16-05-S1	06-03-1987	22-04-1987	Gedevieerd	2,596 km
K13-N-01	19-05-1980	19-06-1980	Gedevieerd	2,800 km
K13-03	03-10-1973	14-10-1973	Gedevieerd	1,732 km
P01-03	01-05-1980	25-06-1980	Verticaal	2,819 km
P01-04	18-05-1980	12-06-1980	Verticaal	2,104 km
P01-05	14-06-1980	22-06-1980	Verticaal	0,749 km
P01-05-S1	22-06-1980	08-08-1980	Gedevieerd	2,892 km

Brondata: NLOG, update augustus 2023.

¹¹² Bij een verticale boring wordt er direct (verticaal) naar beneden geboord, bij een gedevieerde boring vinden er horizontale uitwijkingen plaats.

¹¹³ MSL = Mean Sea Level, het gemiddeld zeeniveau.

Figuur 10.10 Mijnbouwfaciliteiten, mijnvelden en boorgaten in en rondom Nederwiek (zuid) kavel I.



Brondata: NLOG, update augustus 2023.

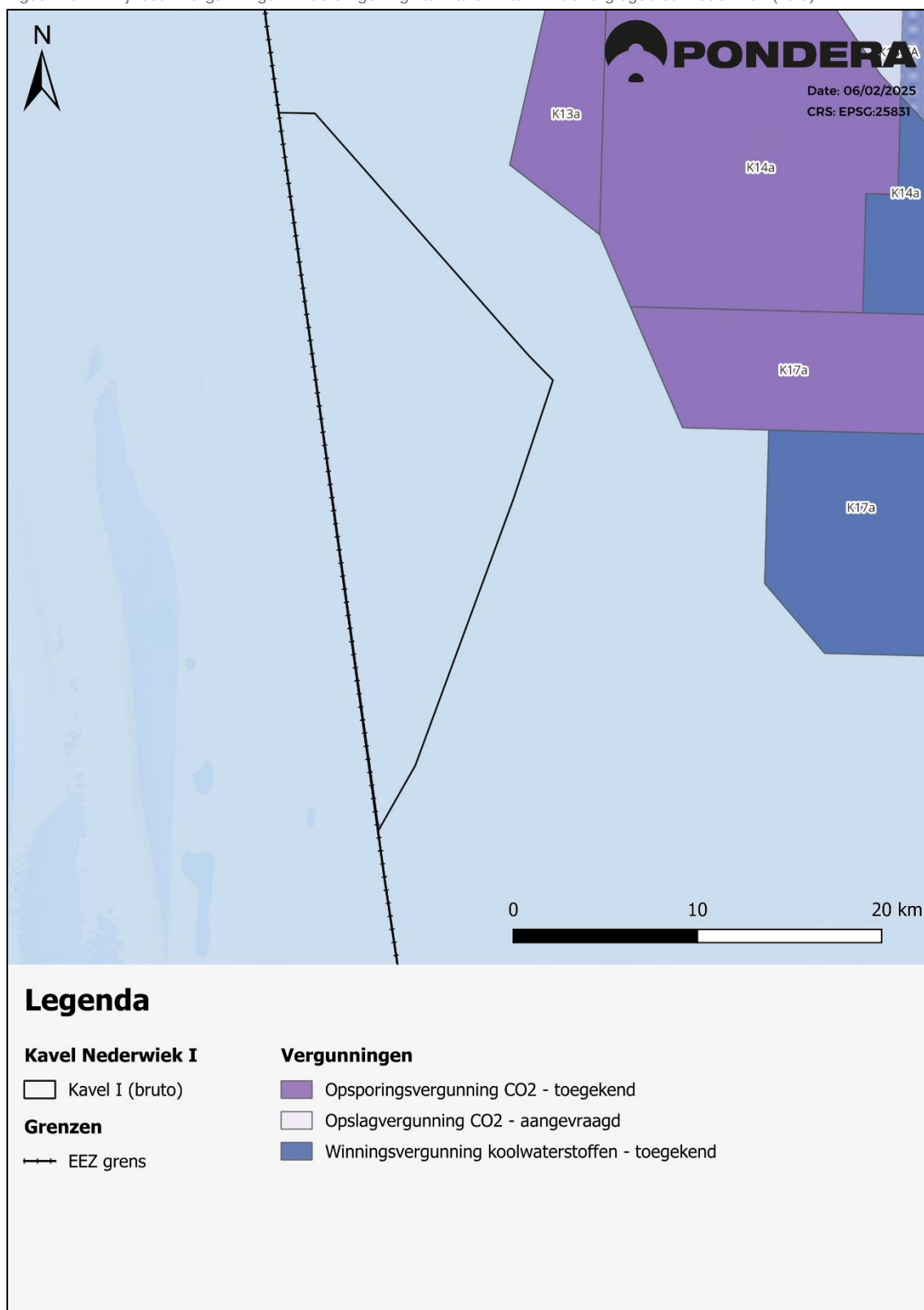
Mijnbouwvergunningen

Op de Noordzee zijn er verschillende gebieden waarvoor er winnings- of opsporingsvergunningen zijn afgegeven.

Opsporingsvergunningen geven bedrijven of personen het alleenrecht om in dat gebied onderzoek te doen naar de aanwezigheid van delfstoffen (zoals olie, gas, zout) of aardwarmte. Opsporingsvergunningshouders kunnen met proefboringen onderzoek doen. Als uit de proefboringen blijkt dat een veld economisch winbaar is, dan heeft de vergunninghouder een winningsvergunning nodig om de delfstoffen te winnen. Een winningsvergunning geeft een bedrijf of persoon het alleenrecht om de (gevonden) delfstoffen of aardwarmte te winnen.

Uit gegevens van NLOG blijkt dat er in windenergiegebied Nederwiek I geen gebieden liggen waarvoor een winningsvergunning of opsporingsvergunning is afgegeven. Zie Figuur 10.11.

Figuur 10.11 Mijnbouwvergunningen in de omgeving van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



Brondata: NLOG, update januari 2025

10.5.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

De effecten tijdens de exploitatiefase worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0), omdat er geen winnings- of opsporingsvergunning, producerende gasvelden of mijnbouwfaciliteiten zijn gelegen binnen kavel 1 van Nederwiek (zuid).

Transport van en naar de opslag

Ook mogelijk toekomstig transport van CO₂ van en naar de opslaglocatie kan door het windpark worden belemmerd. Een gasleiding kan lastiger door het park worden aangelegd. Het 20 MW-alternatief heeft grotere tussenafstanden tussen de turbines en is daarom (gering) gunstiger dan het 15 MW-alternatief. Op dit moment zijn ontwikkelingen echter niet concreet genoeg om deze in de effectbeoordeling mee te nemen. Als er specifieke ontwikkelingen komen dan zal in een eigen m.e.r. procedure moeten worden onderzocht of Carbon Capture and Storage (CCS) veilig is te combineren met de bouw van windparken op zee.

Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark kunnen gevolgen hebben voor de olie- en gaswinning. Schepen die nodig zijn voor de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark kunnen tijdelijke (lichte) hinder veroorzaken voor transport van en naar het operationele mijnbouwplatform K13-A. Omgekeerd kan olie- en gaswinning ook van invloed zijn op de werkzaamheden tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark.

Binnen Nederwiek (zuid) kavel I liggen enkele verlaten boorgaten. Er moet rekening worden gehouden met een mogelijke veranderde bodemstructuur wanneer turbines nabij oude boorgaten worden gebouwd. Bij oude boorgaten bestaat namelijk de kans dat er nog een afsluiter uitsteekt boven de zeebodem. De umbilical cord van de remotely operated vehicles (ROV's), de schepen die sleuven kunnen graven waar de kabels voor de parkbekabeling in komen te liggen en die ook de kabels daadwerkelijk in de sleuven leggen, zou hierachter kunnen blijven hangen. Daarnaast zouden er resten grout (uitgehard cement) of ander afval rondom de boorgaten kunnen liggen. Dit afval en de groutresten kunnen wellicht het trenchen blokkeren. Om bovenstaande redenen moet de omgeving rond oude boorgaten goed in beeld gebracht worden voordat er een fundering van een turbine wordt geplaatst of wanneer de parkbekabeling wordt gelegd. Doorgaans worden de directe omgevingen van (afgesloten) boorputten in de kavelbesluitvoorschriften echter uitgezonderd van bodem beroerende activiteiten.

Voor de beoordeling geldt dat een windpark met 20 MW-turbines een geringer effect heeft dan een park met 15 MW -turbines, maar dit is niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling. Vanwege bovengenoemde effecten worden de effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud voor alle inrichtingsalternatieven als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

10.6 Luchtvaart

Het luchtruim boven het NCP wordt door de luchtvaart gebruikt voor vliegtuig- en helikoptervluchten. Het gaat dan vooral om burgerluchtvaart van en naar luchthavens, zoals Schiphol of Rotterdam Airport.

Daarnaast is er, met name vanuit Den Helder, sprake van helikopterverkeer van en naar offshore platforms, of reddingsoperaties van de kustwacht.

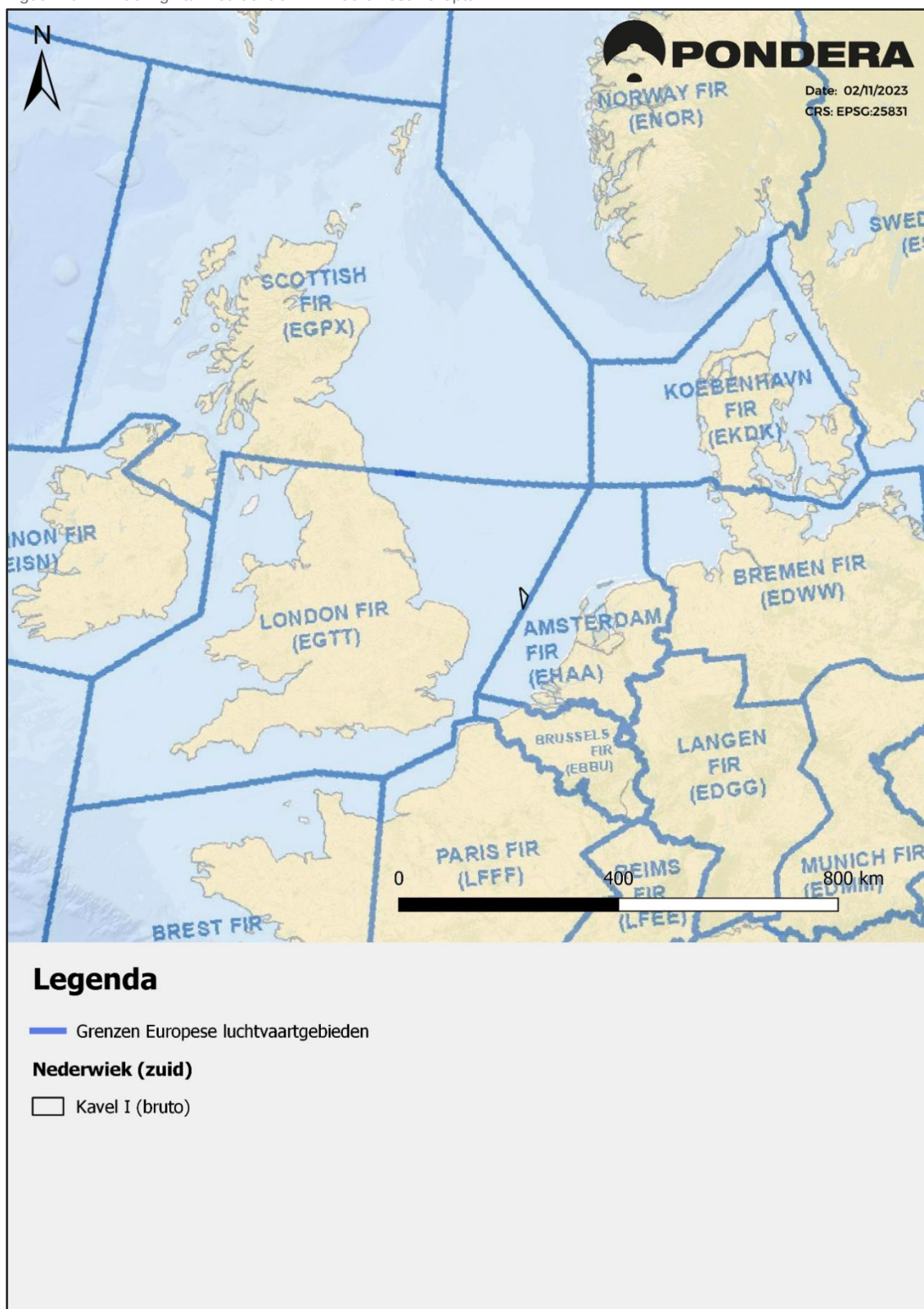
Ook zijn er speciale gebieden aangewezen waar oefeningen voor militaire luchtvaartactiviteiten mogen plaatsvinden. Voor al deze activiteiten vormt een windpark een potentieel fysiek obstakel dat de minimale vlieghoogte kan beperken. Omdat er slechts zeer beperkt recreatief luchtvaarverkeer boven het NCP plaatsvindt, worden de effecten van het windpark daarop niet onderzocht.

10.6.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Het luchtruim is verdeeld in verschillende soorten luchtruimen, die ook wel airspace worden genoemd. Elke soort luchtruim heeft zijn eigen klasse, waarbij verschillende regels en beperkingen gelden die verkeersleiders en piloten moeten navolgen.

In de luchtvaart zorgen luchtverkeersleiders voor een vlotte, ordelijke en veilige luchtverkeersstroom. Ze gebruiken daarvoor Alerting services (ALRS) en Flight Information Services (FIS). Het internationale luchtruim is ingedeeld in Flight Information Regions (FIR), een afgebakend deel van het luchtruim waarbinnen separate FIS en ALRS opereren. De Internationale Burgerluchtvaartorganisatie (ICAO) heeft deze indeling opgesteld, en bepaalt welk land verantwoordelijk is voor de operationele controle in een bepaalde FIR. Figuur 10.12 toont de FIR in het luchtruim van noordwest Europa.

Figuur 10.12 Indeling van het luchtruim in noordwest Europa.



Het luchtruim boven het Nederlands grondgebied en een groot deel van de Noordzee valt binnen de FIR-regio Amsterdam (ICAO-code: EHAA). Een klein deel van het windenergiegebied Nederwiek valt binnen dit luchtruim, maar het overgrote gedeelte maakt echter deel uit van FIR London (ICAO-code: EGTG). Echter is de verantwoordelijkheid voor het bieden van luchtverkeersdiensten overgedragen aan Nederland. Luchtverkeersleiding Nederland biedt ook hier flight information service en alerting service.

Het Nederlandse luchtruim (EHAA, of wel FIR Amsterdam) bestaat uit luchtruimdelen met verschillende klassen, genaamd A tot en met G. De klasse is afhankelijk van de locatie en de hoogtegrenzen. Binnen een luchtruim van klasse A gelden de strengste regels en binnen G de minst strenge. Windenergiegebied Nederwiek valt onder de gecontroleerde luchtverkeersleidingsgebieden CTA¹¹⁴ North Sea en CTA Amsterdam West. De ondergrens van de vlieghoogte in deze gebieden is 5.500 voet (ca. 1676 m). De bovengrens is 19.500 voet (ca. 5.944 meter). Beneden de minimale vlieghoogte geldt een luchtruimklasse G (ongecontroleerd).

Er vinden op de Noordzee verscheidene typen luchtvaart plaats:

- 1) Burgerluchtvaart
- 2) Helikopterluchtvaart
- 3) Kustwachtluchtvaart
- 4) Militaire luchtvaart

In deze paragraaf worden deze typen apart beschreven en beoordeeld, omdat deze soorten verschillende regels en toetsingskaders kennen.

Burgerluchtvaart

Binnen de betreffende CTA's North Sea en Amsterdam West heeft de vlieghoogte van IFR-verkeer (Instrumentvliegvoorschriften) een onderlimiet van 1.675 meter (FL055, 5.500 voet) en een bovenlimiet van 5.950 meter (FL195, 19.500 voet)¹¹⁵. De verkeersleiding¹¹⁶ zorgt ervoor dat de luchtverkeersleiding aan de volgende kenmerken voldoet:

- controlled: een verkeersleider is verantwoordelijk voor het verkeer in dit luchtruim;
- separatie: er wordt door de verkeersleiding separatie tussen alle vliegtuigen toegepast;
- radiocontact en ATC-clearance is verplicht (indien controller online is);
- Visual Flight Rules (VFR, vluchten op zicht) zijn in principe niet toegestaan binnen dit luchtruim.

VFR-verkeer mag, onder dit luchtruim, lager vliegen dan het IFR-verkeer, maar dient gebruik te maken van de beschikbare kruisniveaus in het betreffende luchtruim. Deze hebben elk een separatie-eis van 1.000 voet. Wanneer het laagste kruisniveau niet beschikbaar is, bijvoorbeeld door risicovolle weersomstandigheden (ijsvorming), of de aanwezigheid van obstakels binnen de separatiezone (windturbines), moet op het eerstvolgende kruisniveau gevlogen worden.

¹¹⁴ CTA staat voor 'Control Area', luchtverkeersruimte.

¹¹⁵ Binnen de luchtruimindeling en luchtlagen wordt onderscheid gemaakt in 'flight levels' (FL) of vliegniveaus. Het vliegniveau geeft de hoogte aan waarop een vliegtuig zich voortbeweegt, waar het naar toe klimt of daalt met referentie tot de standaarddruk van de Internationale Standaard Atmosfeer. Rekenend vanaf deze standaard met hoogte 0 worden de standaard vliegniveaus uitgedrukt per 100 voet. FL010 betekent 1000 voet boven de standaard, FL100 10.000 voet, FL195 19.500 voet en FL460 46.000 voet.

¹¹⁶ Voor EGTG is dit het London Airspace Control, voor EHAA is dit Amsterdam Airspace Control.

Voor luchtverkeer gelden eisen voor de verticale en horizontale separatie ('klaring') ten opzichte van obstakels. Deze normen zijn opgenomen in het Besluit Luchtverkeer 2014 en Verordening EU nr. 923/2012. Er geldt dat er binnen een straal van 8 kilometer rondom een obstakel minimaal circa 305 meter (1.000 voet) tussen het luchtvaartuig en het hoogste punt van het obstakel moet zijn.

Helikopterverkeer

Door kavel I van het windenergiegebied Nederwiek lopen de Helicopter Main Routes (HMRs) KY645 en KY646, zie Figuur 10.13. Binnen deze aanvliegeroute vliegen helikopters relatief laag boven de zeespiegel met een vlieghoogte van circa 610 tot 900 meter (2.000 tot 3.000 voet)¹¹⁷. Ze kennen geen vastgelegde breedte, maar er wordt aangegeven dat niet meer dan 3,7 km (2 nautische mijl, NM) van een HMR afgeweken mag worden¹¹⁸.

Naast HMR's zijn er voor de veiligheid van helikopteroperaties Helicopter Traffic Zones (HTZ) en Helicopter Protected Zones (HPZ) aangewezen als bijzondere luchtverkeersgebieden. HTZ's gelden tot op 9,2 km (5 NM) vanaf een enkel boor- of productieplatform met een helidek. Ze dienen ter verhoging van het veiligheidsbewustzijn onder piloten en daarmee ter bescherming van helikopters die manoeuvres uitvoeren bij de nadering of het vertrek. HPZ's hebben hetzelfde doel en gelden tot op 9,2 km (5 NM) vanaf twee of meer naastgelegen boor- of productieplatforms met helidek, zodat helikopters veilig tussen deze platforms kunnen manoeuvreren. Zowel een HTZ als een HPZ maakt vliegverkeer mogelijk met een vlieghoogte vanaf het gemiddelde zeeniveau (MSL) tot maximaal circa 600 meter (2.000 voet).

Een deel van netto Nederwiek (zuid) kavel I, aan de noordkant, valt binnen HTZ K13-A, zie Figuur 10.13. Voor de netto verkaveling van Nederwiek (zuid) is (deels) rekening gehouden met platform K13-A door een afstand van 2,5 nautische mijl aan te houden.

Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)

De Kustwacht coördineert de dienstverlening aan en handhaving van het scheepvaartverkeer op de Noordzee. Daarvoor maakt zij onder andere gebruik van vliegtuigen. De routes en vlieghoogtes van deze zogenaamde vliegende eenheden zijn afgestemd op de op zee aanwezige installaties, zoals boorplatforms. Deze vliegbewegingen mogen uitgevoerd worden op elke vlieghoogte tot 1.000 voet (circa 305 m). Daarnaast worden ook SAR (search and rescue)-operaties uitgevoerd om mensen in nood te helpen. Deze reddingsoperaties worden vooral uitgevoerd met boten en in mindere mate met helikopters. De coördinatie van de SAR-operaties gebeurt vanuit het Kustwachtcentrum in Den Helder.

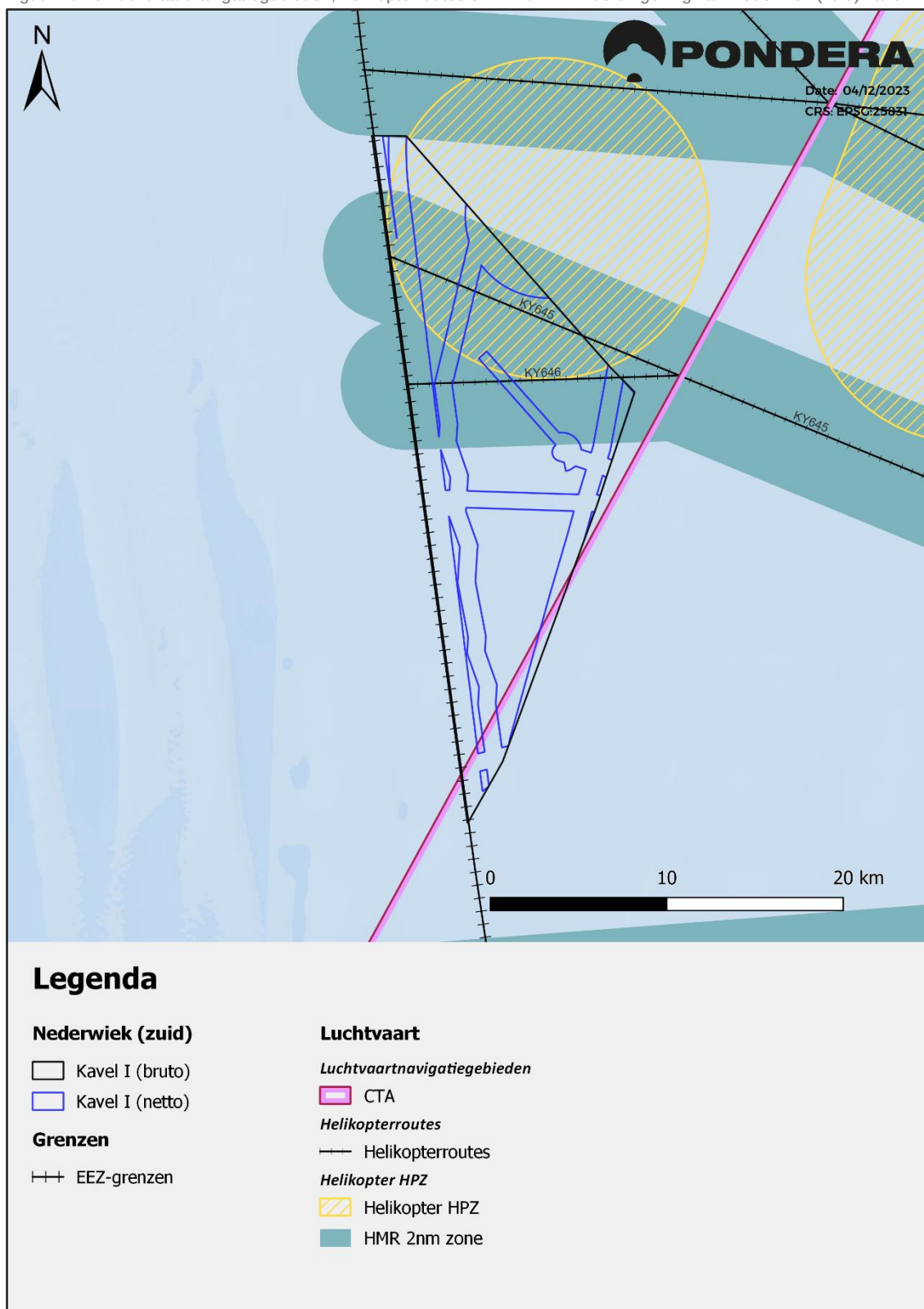
Militaire luchtvaart

De militaire luchtvaart maakt voor haar oefeningen gebruik van zogenaamde laagvliegzones op de Noordzee. Hierin kunnen schietoefeningen op luchtdoelen gehouden worden. Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden op lage vlieghoogtes. De veiligheid van ander gebruik wordt daarbij gewaarborgd. Dit gebeurt alleen op delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn. In de directe omgeving van Nederwiek (zuid) kavel I zijn er geen militaire luchtvaartgebieden aanwezig.

¹¹⁷ Integrated Aeronautical Information Package (juli 2023)

¹¹⁸ Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1 en sub 3.3.2.3

Figuur 10.13 Luchtvaartnavigatiegebieden, helikopterroutes en HPZ/HTZ in de omgeving van Nederwiek (zuid) kavel I



10.6.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Burgerluchtvaart

De maximale tiphoogte van 305 meter zal voor de burgerluchtvaart geen beperking vormen, omdat de minimale vlieghoogte 5.500 voet (FL055, 1.675 meter) is. De effecten ten aanzien van burgerluchtvaart worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Helikopterverkeer

Door kavel I van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) lopen twee HMRs (KY645 en KY646) die de netto kavel doorkruisen. Binnen de 2 NM zone aan weerszijden van de HMR geldt een minimale vlieghoogte van circa 2.000 voet (609,6 meter). Er is ook sprake van een separatie-eis van circa 1.000 voet (305 meter). Dit is de minimale verticale obstakelvrije ruimte (verticale separatiezone) die tussen het vliegverkeer en een object op zee moet zitten.

De tiphoogte van turbines binnen de te onderzoeken bandbreedte bedraagt minimaal 261 meter en maximaal 305 meter. Om te voldoen aan een separatie-eis van minimaal 1.000 voet (305 meter) moet een minimale vlieghoogte van respectievelijk 566 meter (1856 voet) of 610 meter (2000 voet) worden aangehouden. Omdat de vlieghoogte 2.000 voet bedraagt, wordt aan de separatie-eis voldaan.

Daarnaast ligt op korte afstand van kavel 1 van Nederwiek (zuid) het platform K13-A. Platform K13-A vervult een cruciale systeemrol in de West Gas Transport (WGT-)leiding om gas naar land te brengen. K13-A blijft naar verwachting nog decennia operationeel. Om veilig op het platform te kunnen werken en om het platform met een helikopter te bereiken is een obstakelvrije zone nodig. Om te zorgen dat er voldoende afstand tussen het platform en het windpark blijft zijn verschillende verkennende onderzoeken uitgevoerd over luchtzijdige bereikbaarheid¹¹⁹. Deze studies tonen aan dat wanneer het noordelijke deel van kavel I wordt gerealiseerd het platform K13-A dusdanig minder vaak bereikt kan worden middels de nu gangbare vliegprocedures dat de veiligheid van dit platform en de mensen die er werken in het geding komen. De Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Klimaat en Groene Groei voor K13-A hebben een proefproject opgestart voor een innovatieve, ruimtebesparende en veilige manier van vliegen – Point in Space (PinS). De resultaten worden verwacht in de tweede helft 2025. De effecten op het helikopterverkeer worden negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -), vanwege de helikopterbereikbaarheid en -veiligheid van platform K13-A.

Vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (onder andere SAR)

Een windpark kan een belemmering vormen voor het uitvoeren van een SAR-operatie ter plaatse. Dit zou zich kunnen voordoen als een schip het windpark binnenvaart en in de problemen komt. Ook bij een eventuele calamiteit direct naast het windpark kan het windpark een belemmering vormen voor een SAR-operatie. Met name helikopters kunnen hiervan hinder ondervinden. Door het vliegen op lage hoogte vormt de aanwezigheid van windturbines dan een extra risico.

Om de invloed van windturbines op SAR-operaties met helikopters te onderzoeken zijn in 2005 ter plaatse van het windpark North Hoyle (UK) oefeningen met helikopters uitgevoerd.¹²⁰ Tijdens dat onderzoek is

¹¹⁹ 1) To70 (2022) algemene bereikbaarheidsstudie; 2) PVS Aero (2023) Feasibility and accessibility assessment K13A; en 3) To70 (2024) optimalisatie verkaveling windparken Nederwiek I en II.

¹²⁰ Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

aangetoond dat reddingsoperaties vanuit de lucht met name tijdens omstandigheden met beperkt zicht moeilijk zijn (in verband met de slechte zichtbaarheid van windturbines).

Daarnaast is in het operationele offshore windpark Luchterduinen een SAR helikopter-test uitgevoerd (Miedema, 2015). Uit deze test blijkt dat:

- SAR-operaties met een helikopter zonder problemen mogelijk zijn bij daglicht en wanneer de windturbines gestopt (en geblokkeerd) zijn, mits de zichtomstandigheden voldoende goed zijn;
- niet uitgesloten wordt dat een SAR-helikopter kan opereren binnen een park, wanneer de turbines niet gestopt zijn. Dit blijft echter wel afhankelijk van de omstandigheden van dat moment en de beoordeling van de piloot;
- er tijdens de test goede communicatie (radioverbinding) was tussen de reddingsboot en helikopter;
- er ook goede communicatie (radioverbinding) was tussen het Kustwachtcentrum en de helikopter, behoudens op een hoogte van 50 voet;
- draaiende turbines mogelijk een negatief effect hebben op de kwaliteit van de radiocommunicatie.

Door onderzoeksbureau To70 is de invloed van zogturbulentie op helikopterverkeer in en nabij windparken op zee onderzocht¹²¹. In totaal zijn van 440 vluchten de gegevens geanalyseerd, waaruit is gebleken dat er geen onverwachte turbulentie is gerapporteerd als gevolg van de windturbines. Daarom wordt de conclusie getrokken dat helikopteroperaties in en nabij windparken op zee geen limitatie als gevolg van zogturbulentie ervaren. Deze conclusie wordt onderschreven door drie helikopter operators (HeliService, CHC en NHV), die daarbij benadrukken dat helikopteroperaties in en nabij windparken veilig zijn. Een windturbinestilstandsvoorziening is daarom niet nodig bevonden.

Op basis van het SAR helikopteronderzoek kan niet worden uitgesloten dat helikopterluchtvaart veilig doorgang kan vinden bij slechte weersomstandigheden en/of draaiende turbines. Ook concludeert het onderzoek dat draaiende windturbines een negatief effect hebben op de kwaliteit van de radiocommunicatie. De effecten op vliegbewegingen in opdracht van de Kustwacht (o.a. SAR) worden om bovenstaande redenen licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Militaire luchtvaart

De kavel ligt niet in de buurt van militaire luchtvaartgebieden, en vormt hier dus geen belemmering op. De effecten op militaire luchtvaart worden dus als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De effecten tijdens de aanleg, de verwijdering en het onderhoud zijn niet anders dan tijdens de exploitatie. Voor de luchtvaart is het van belang aan te geven waar het windpark is gesitueerd, vanwege de hoogte van de turbines. Vanaf de aanleg van het windpark worden turbines ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA)-richtlijn (IALA Recommendation O-139). In deze richtlijn zijn verschillende opties voorgeschreven, met name retro-reflectieve en indirecte verlichting, waarbij de laatstgenoemde de voorkeur geniet.

¹²¹ Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms - HFDM analysis and consultation with helicopter operators, To70, April 2020.

10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning

10.7.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Zeezand wordt gebruikt om de kustverdediging te onderhouden of om het land op te hogen in bouw- of infrastructuurprojecten. Dit zand wordt op verschillende plaatsen in de Noordzee gewonnen door vergunninghouders. Zandwinning is aangewezen als een activiteit van nationaal belang. Het is daarom van belang dat de winningslocaties vrij met een schip benaderbaar zijn.

Zand- en grindwinning is toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP-20m dieptelijn. Het gebied tot aan de 12-nautische mijlsgrens is aangewezen als reserveringsgebied voor zand- en grindwinning, waarbinnen gebieden vergund kunnen worden voor zand- of grindwinning. Hoewel grindwinning nauwelijks nog voorkomt¹²², mogen zandwingebieden ook worden gebruikt voor grindwinning.

Binnen het reserveringsgebied heeft zandwinning voor kustverdediging en ophoging voorrang op andere activiteiten. (Binnen het voor de zandwinning gereserveerd gebied zijn een aantal voorkeustracés voor kabels en leidingen aangelegd.)

Vrijwel alle actieve winningsgebieden liggen momenteel binnen het voor de zand- (en grind-)winning gereserveerd gebied. Er zijn een klein aantal winningsgebieden die buiten het voor de zand- & grindwinning gereserveerd gebied liggen. Het gaat dan om verlaten, proefwingebieden of zoekgebieden. Het dichtstbijzijnde winningsgebied ten opzichte van windenergiegebied Nederwiek (zuid) is het proefwingebied (P8A) op circa 29 kilometer dat incidenteel wordt gebruikt voor proefwinningen. Verder zeewaarts van de 12-nautische mijlsgrens is zand- & grindwinning ook toegestaan, maar bij 'stapeling' krijgen andere activiteiten van nationaal belang voorrang. Ook is zand- & grindwinning hier minder aantrekkelijk door de grotere vaarafstanden.

Schelpenwinning vindt zeewaarts vanaf de NAP-5m dieptelijn tot op de 24-nautische mijlsgrens plaats in hoeveelheden die in overeenstemming zijn met de natuurlijke aanwas.

De ligging van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ten opzichte van de zand-, grind- en schelpenwingebieden is weergegeven in Figuur 10.14.

10.7.2 Effectbeschrijving

Nederwiek (zuid) kavel I ligt ruim (≥ 20 km) buiten de aangewezen (proef)wingebieden en zoekgebieden voor zand-, grind- en schelpenwinning. De effecten ten aanzien van zand-, grind- of schelpenwinning worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

¹²² Noordzeeloket, zand- en schelpdierwinning. Geraadpleegd 29-10-2023 via <https://www.noordzeeloket.nl/functionies-gebruik/zand-schelpdierwinning/>

Figuur 10.14 Ligging van zand-, grind- en schelpenwinningsgebieden en kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



10.8 Baggerstort

10.8.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Op verschillende locaties in de Noordzee wordt bagger verspreid over de zeebodem in baggerstort- en loswallen en in stortvakken. Deze locaties liggen niet ver uit de kust en moeten vooral vrij met een schip benaderbaar zijn. Kavel I van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt op circa 97 kilometer van de dichtstbijzijnde baggerstortlocatie (zie Figuur 10.15).

Figuur 10.15 Ligging van baggerstortgebieden en -putten en kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



10.8.2 Effectbeschrijving

Nederwiek (zuid) kavel I ligt ruim buiten de aangewezen baggerstortlocaties en er is dan ook geen sprake van een effect op baggerstort. De effecten ten aanzien van baggerstort worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar

10.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Scheepvaart- en walradar

Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Den Haag, IJmuiden en Den Helder (zie Figuur 10.16). Deze radarposten worden gebruikt voor de scheepvaartverkeersbegeleiding voor respectievelijk de Rotterdamse en de Amsterdamse haven en door de Kustwacht. Het maximale bereik van deze walradarposten is circa 50 km. Windenergiegebied Nederwiek ligt op circa 101 kilometer vanaf de dichtstbijzijnde walradarpost.

Daarnaast zijn diverse platforms op zee uitgerust met een stand alone radarsysteem. Deze radars zijn niet geïntegreerd in een walradarketen en worden niet meegenomen in de beoordeling in dit MER. Schepen zijn ook uitgerust met radarsystemen ten behoeve van de navigatie. Deze worden wel beoordeeld.

Luchtvaartradar

In Nederland staan verschillende militaire en civiele radarposten die dienen voor de vliegveiligheid en de nationale veiligheid. Windturbines en hoogbouw kunnen verstoring op de radar veroorzaken. Voor de zeven defensieradars geldt een toetsingsgebied voor nieuwe windenergieplannen vanaf een bepaalde hoogte binnen een straal van 75 kilometer. Over het algemeen geldt dat des te groter de afstand tot een radarpost des te aanzienlijker de kans dat er geen onaanvaardbare effecten op de radarposten optreden.

Rondom luchthavens en radar- & communicatieapparatuur van Luchtverkeersleiding Nederland gelden toetsingsvlakken, waarbinnen getoetst moet worden of er onaanvaardbare effecten plaatsvinden op correcte werking ervan. Figuur 10.17 laat zien dat windenergiegebied Nederwiek ruim buiten de obstakelvlakken van luchthavens en de toetsingsvlakken voor navigatie- en communicatieapparatuur van LVNL ligt. De ontwikkeling van een windpark in kavel I in Nederwiek (zuid) en een effect op de radar- & communicatieapparatuur is voorgelegd aan LVNL. Na toetsing door LVNL heeft zij een positief advies gegeven en is het de verwachting dat er geen sprake is van een effect.

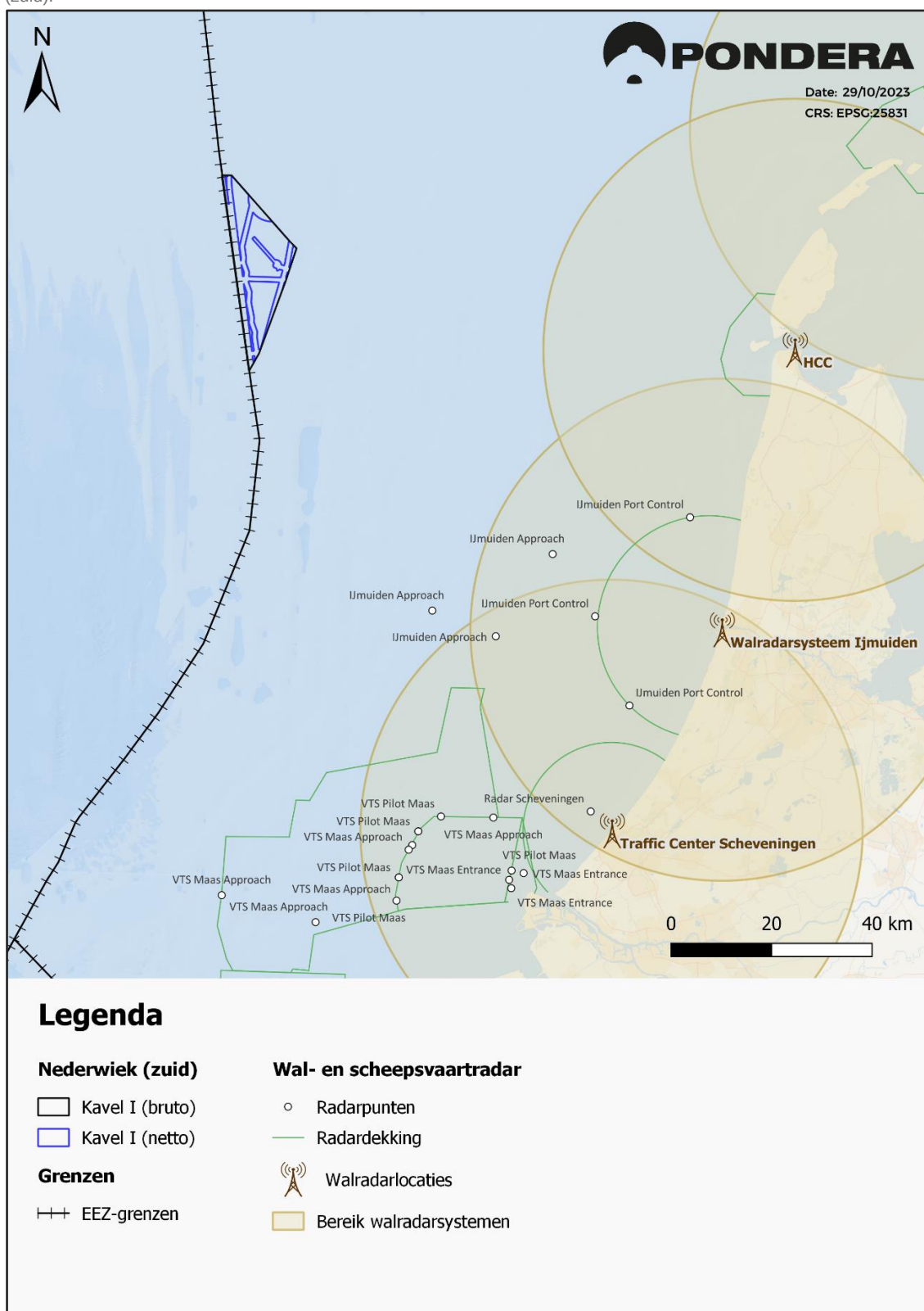
Overige meetapparatuur

Op meerdere locaties, met name olie- en gasplatformen, in de Noordzee worden windmetingen uitgevoerd om weergegevens te verstrekken aan de zee- en luchtvaart, evenals bestaande en toekomstige windparkeigenaren.

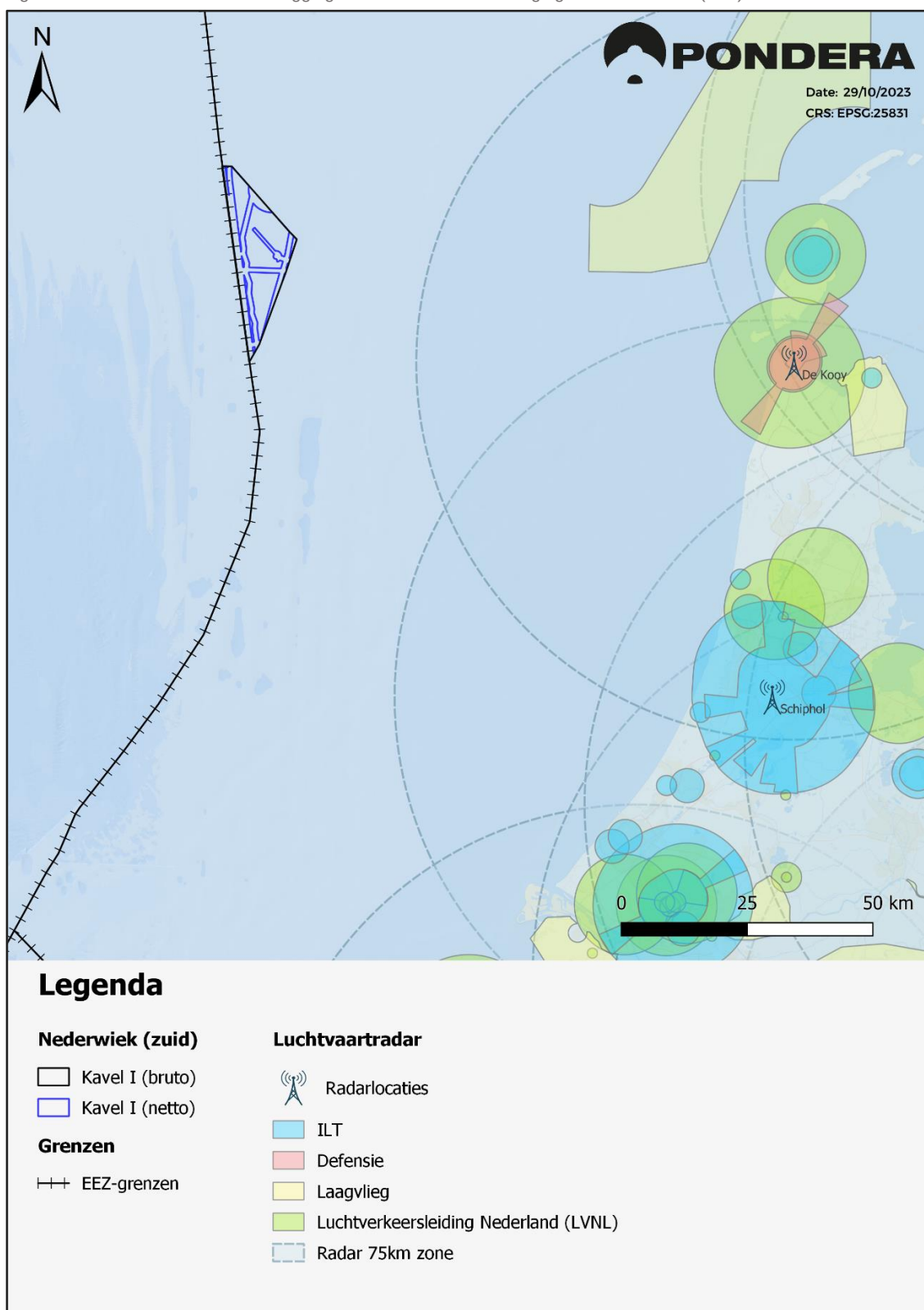
Het platform k-13A ligt in de clearway tussen Nederwiek (zuid) en Nederwiek (noord) Figuur 10.10. Op K-13A worden sinds 2016 metingen uitgevoerd met een LiDAR (Light Detection And Ranging), dat de windsnelheid en windrichting op verschillende hoogtes tussen 63 en 300 m boven zeeniveau meet. Naast wind worden ook andere meteorologische parameters (luchtdruk, luchttemperatuur en luchtvochtigheid) en oceanografische metingen (waterdiepte, temperatuur en golven) gemeten. De meetactiviteiten worden gecoördineerd door het KNMI en Rijkswaterstaat.

De metingen worden uitgevoerd met als doel om bestaande en toekomstige windparkeigenaren te informeren over de lokale weersomstandigheden op zee, maar tegelijkertijd zullen de windmetingen ook worden beïnvloed door de grootschalige uitrol van offshore windparken. Deze invloed hangt af van de locatie en de grootte van het windpark. Ook de ontwikkeling van andere offshore windparken, met name Norfolk Boreas, Norfolk Vanguard en IJmuiden Ver Gamma, zullen een verstorend effect hebben op de windmetingen van K-13A. Deze effecten worden beoordeeld.

Figuur 10.16 Positionering en bereik van walradarsystemen en de ligging van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



Figuur 10.17 Luchtvaartradar en de ligging van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



10.9.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Scheeps- en walradar

Het gehele windenergiegebied Nederwiek ligt ver buiten het bereik van de walradarketen en zal daarom hier geen effecten op hebben.

Ten aanzien van scheepsradar is het echter aannemelijk dat er effecten op het radarbeeld kunnen ontstaan door windparken. De meest voorkomende effecten zijn dubbele reflecties en het afnemen van de kwaliteit van het radarbeeld. Het bereik, de nauwkeurigheid van het beeld en daarmee de betrouwbaarheid van de radar kunnen daardoor beperkt worden. Hieronder en in hoofdstuk 8 wordt hier verder op in gegaan.

Een windpark kan op verschillende manieren invloed hebben op radarsystemen:

- schaduweffecten: wanneer zich tussen de walradarpost en het te detecteren object (bijvoorbeeld een schip) een windturbine bevindt, ontstaat een schaduwkegel achter de windturbine waardoor het te detecteren object niet of minder op de radar verschijnt;
- valse schaduw door dubbele reflectie: als een windturbine zich nabij de radarpost bevindt, kan een te detecteren object tweemaal worden weergegeven op het radarscherm. De echte weergave komt direct vanaf het te detecteren object, de valse weergave ontstaat door weerkaatsing van echogolven van het te detecteren object vanaf een windturbine in de buurt;
- zijlus-effecten: bij radar treden naast de hoofdlius ook zijlussen op. Wanneer windturbines zich in de buurt van de radar bevinden kunnen reflecties ontstaan met deze zijlussen.

Een experiment op de simulator van MARIN¹²³ heeft geleerd dat de ARPA (Automatic Radar Plotting Aid)-functie van de scheepsradar af en toe de echo van een schip achter het windpark uit het beeld verliest. Dit leidt niet tot gevaarlijke situaties, omdat schepen aan de andere kant van een windpark geen potentieel gevaar vormen. Het wordt pas gevaarlijk wanneer de echo wordt verloren op het moment dat beide schepen op dezelfde hoek van het windpark afstevenen. In deze situatie is echter de kans op het verlies van een echo kleiner, omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen in ligt, kleiner wordt naarmate het hoekpunt van het windpark wordt genaderd. Ook de obstakelvrije veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt visueel eerder zien. Voor grotere routegebonden schepen is de afstand tot het windpark groter dan 500 meter en zijn de risico's nog lager.

Onderzoeken gebaseerd op het Engelse offshore windpark 'North Hoyle' komen tot een aantal conclusies met betrekking tot verschillende radar-, navigatie- en communicatieactiviteiten¹²⁴:

- Global Positioning Systems (GPS): geen bewijs van verstoring van basisontvangst of positionele nauwkeurigheid;
- magnetisch gestuurde kompassen: geen bewijs van kompasafwijking;
- helikopterradar en communicatiesystemen: radiocommunicatie van zee naar een helikopter (en vice versa), communicatie tussen schepen en VHF-communicatie werken correct zonder verstoring. De radardetectie neemt af wanneer schepen binnen 100 meter van een turbine

¹²³ MARIN, Veiligheidsstudie offshore windpark West Rijn; Nieuwe VSS bij Rotterdam, 2006, Rapport Nr. 20232.621 IAS

¹²⁴ Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency, Martin Howard and Colin Brown, 15 November 2004.

komen. Daar dient rekening mee gehouden te worden tijdens SAR operaties. Reddingsacties bij beperkt zicht vanuit de lucht bleken moeilijk uit te voeren binnen een windpark. Het traceren van een helikopter rond het windpark is moeilijk, vanaf zowel schepen alsook vanaf de radar aan wal;

- het automatische identificatiesysteem (AIS): geconstateerd werd dat dit systeem geheel operationeel blijft op de schepen binnen het windpark;
- het bereik van kleine en grote scheeps- en walradars wordt beperkt. De turbines produceren schaduwgebieden, waardoor andere turbines en schepen niet ontdekt kunnen worden. Slechte weersomstandigheden versterken deze resultaten waarschijnlijk.

Uit deze resultaten blijkt dat met name aandacht aan radarstraalpaden geschonken moet worden. Voor windenergiegebied Nederwiek zijn radarzichtbeperkingen echter beperkt of zelfs geheel afwezig. Het windpark ligt dermate ver uit de kust dat er geen significante invloed meer is op radarsystemen, aanloopgebieden en –routes, inclusief Vessel Traffic Service (VTS)-gebieden.

Voor windpark Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) is geconcludeerd dat het schaduweffect verminderd zou kunnen worden, als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd. Dit geldt ook wanneer er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines¹²⁵. Deze sensor zou mogelijk ook op land kunnen worden geplaatst. Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing om een grotere afstand tussen schip en windturbines aan te houden. Een afstand van 1.400 meter is hiervoor voldoende. Op grotere afstand zal het ontvangend vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn, dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel. Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. De afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (route gebonden scheepvaart) is minimaal 1,24 NM (circa 2,3 kilometer).

In het onderzoek van Howard en Brown¹²⁴ komt naar voren dat de hoogte van turbines radarresponsies veroorzaakt en zijluseffecten en dubbele of meervoudige reflecties kunnen veroorzaken. Turbines kunnen van zijlussen worden onderscheiden, door bijvoorbeeld met een verlaagde ontvangstversterking (gain) de resolutie te vergroten. Een bijkomend effect hierbij is echter dat ontvangstsignalen van kleine schepen en boeien ook gereduceerd worden en wellicht niet meer te detecteren zijn binnen of nabij het windpark. Dit is een gebruikelijk verschijnsel. Reddingsboten die binnen of nabij het windpark varen, kunnen met een radar van 9 GHz probleemloos een klein object (boot) binnen het windpark detecteren. Met een VTS-radarsysteem is dit afregelen per radarsensor echter niet mogelijk door de eindgebruiker.

Op basis van vijf experimenten door Radio Holland¹²⁶ bij de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ kan gesteld worden dat de aanwezigheid van deze windparken niet of nauwelijks leidt tot nadelige effecten op de detectie van schepen in de buurt van die windparken vanaf de wal. De veiligheidszone van 500 meter rondom windparken zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt eerder visueel zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels staan. Daarnaast liggen de (internationale) scheepvaartroutes minimaal op 1,24 NM (circa 2,3 kilometer) afstand van de windparken, waardoor er nabij hoekpunten voldoende ruimte is om naderende schepen tijdig te signaleren.

¹²⁵ TNO-FEL, 1999

¹²⁶ Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012

De scheepvaartbegeleiding (VTS) heeft met AIS een ondersteunende sensor voor de opbouw van het verkeersbeeld en is niet meer alleen afhankelijk van de radarwaarnemingen. Voor de positiebepaling van schepen geeft een radarpositie de “ware” aanwezigheid van een object weer (verstoringen daargelaten) en geeft AIS een aanvullend of bevestigend beeld. De werking van AIS berust echter op een ander principe, waardoor nooit alleen op AIS-informatie vertrouwd kan worden voor de opbouw van het verkeersbeeld. Een belangrijke reden hiervoor is dat AIS relatief eenvoudig gemanipuleerd kan worden door verstoring van buitenaf (spoofing/jamming) of door (bewust) menselijk handelen (uitschakelen van AIS of het bewust uitzenden van andere posities). De overheid draagt zorg dat er in windparken volledige AIS dekking is door het plaatsen van AIS base stations op de TenneT platforms en zo nodig op de transition piece van een windturbine. Wel kan het zijn dat niet alle schepen met AIS worden waargenomen.

Het windenergiegebied Nederwiek, en daarmee ook kavel I, valt geheel buiten de dekking van de walradarketen en de VTS-gebieden voor de aanloop hiervan en zullen hier dus geen effect op hebben. De effecten op de scheeps- en walradar zijn – met inachtneming van de hierboven beschreven maatregelen – erg beperkt. De effecten ten opzichte van scheeps- en walradar worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Luchtvaartradar

Tijdens reddingsoefeningen in het Engelse windpark North-Hoyle is gebleken dat radiocommunicatie van zee naar helikopter (en vice versa) en VHF-communicatie (Very High Frequency radiosignalen) correct werkten. In droge weersomstandigheden waren turbines, schepen en mensen duidelijk herkenbaar door het thermische beeldsysteem van de helikopter¹²⁷. Door mist en neerslag werden deze wel beperkt. Op basis van bovenstaande bevindingen en gezien de afstand van de kavel tot de dichtstbijzijnde luchtvaartradar (101 km tot radarsysteem De Kooy), is het niet te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar. De effecten ten opzichte van scheeps- en walradar worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Overige meetapparatuur

Windturbines veroorzaken een zog (ook wel ‘windschaduw’), waarbij de windsnelheid achter de rotor afneemt. In de laatste jaren zijn meerdere onderzoeken, zowel analytisch als experimenteel, uitgevoerd die aantonen dat offshore zogeffecten veel groter zijn dan onshore. Afhankelijk van de windsnelheid en atmosferische stabiliteit kan het zog tussen 15 en 50 km stroomafwaarts achter de windturbine nog waarneembaar zijn¹²⁸.

Omdat platform K-13A relatief dichtbij kavel I Nederwiek (zuid) ligt, zijn de windmetingen in vrijwel alle windrichtingen verstoord. De windrichtingen die niet worden beïnvloed zijn 90-150 graden (zuidoost) en 295-325 graden (noordwest). Als vuistregel kan ervan worden uitgegaan dat alle metingen tussen tipthoogte en tiplaagte verstoord zullen zijn.

¹²⁷ Brown, C. Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm; Report of helicopter SAR trials undertaken with Royal Air Force 'C' Flight 22 Squadron on March 22nd, 2005. Maritime and Coastguard Agency, 2005.

¹²⁸ Cañadillas et al (2020), Offshore wind farm wake recovery: Airborne measurements and its representation in engineering models. Wind Energy, 23(5), 1-7.

De verstoringen zullen naar alle waarschijnlijkheid de windmetingen onbruikbaar maken. Eventuele modelmatige correcties kunnen de datakwaliteit enigszins verbeteren, maar de meetonzekerheden zullen alsnog verhoogd zijn ten opzichte van de metingen voor de bouw van het windpark. Daarnaast zullen de windmetingen vanaf de exploitatie van het windpark niet meer consistent zijn met de metingen voor de bouw van het windpark.

Als gevolg van de doormenging van verschillende luchtlagen verandert het verticale profiel van de luchtvochtigheid en de luchttemperatuur eveneens. Deze metingen worden enkel op platformhoogte verricht (~35 m boven zeeniveau). Naar alle waarschijnlijkheid zullen de windturbinefundaties geen verstrend effect hebben op de oceanografische metingen.

De effecten van het windpark op de LiDAR van K-13A worden negatief beoordeeld (-).

Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

Scheepvaart- en walradar

Er treden geen negatieve effecten op voor de werking van de scheepvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase, omdat er voldoende gebruikelijke mitigerende maatregelen zijn. De hoekpunten van het windpark zullen zichtbaar gemaakt worden op het Automatic Identification System (AIS) door de Kustwacht. Hierbij worden virtuele Aid to Navigation (AtoN) berichten uitgezonden. Indien nodig wordt er gedurende de installatieperiode een mistwaarschuwing gegeven door de op dat moment aanwezige wacht- en installatieschepen. Als zij een schip op hun radar en/of AIS zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd. Zo nodig wordt ook de Kustwacht geïnformeerd. De effecten worden voor alle inrichtingsalternatieven als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Luchtvaartradar

Tijdens de aanlegfase van het windpark zullen de gebieden waar constructiewerkzaamheden plaatsvinden, moeten worden gemarkeerd conform de IALA-richtlijn voor maritieme navigatiesystemen (IALA Maritime Buoyage System (MBS)). Er treden geen negatieve effecten ten aanzien van de werking van de luchtvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase (effectbeoordeling: 0).

Overige meetapparatuur

Tijdens de aanleg- en verwijderingsfase zal de beïnvloeding van de windmetingen van gelijke aard zijn ten opzichte van de effecten tijdens exploitatie. Vanaf de bouw van de eerste windturbine worden de windmetingen beïnvloed in de windrichting die gelijk is aan de relatieve positie van de windturbine ten opzichte van de LiDAR. Ter illustratie: een windturbine die ten zuidwesten van de LiDAR staat, veroorzaakt een verstrend effect op de windmetingen bij zuidwesterwind. De effectgrootte neemt toe naarmate er meer windturbines definitief gereed zijn. Tijdens de onderhoudsfase worden geen additionele effecten verwacht (effectbeoordeling: -).

10.10 Kabels en leidingen

10.10.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

De kabels en leidingen die op de Noordzeebodem liggen vervullen een belangrijke functie. Telecomkabels dragen bij aan een kwalitatief hoogwaardige digitale connectiviteit. Elektrakabels en leidingen maken deel

uit van de benodigde hoofdinfrastructuur van een betrouwbare, betaalbare en veilige energievoorziening. In het Programma Noordzee 2022 – 2027 zijn deze als activiteiten van nationaal belang aangewezen. Hierin zijn ook afstandsnormen ten aanzien van onderhoudszones aan weerszijden van deze kabels en leidingen opgenomen. Onderhoudszones zorgen voor voldoende fysieke ruimte, wanneer werkschepen onderhoud uitvoeren. Tabel 10.9 geeft de gebruikte onderhoudszones weer.

Na gebruik mogen bestaande pijpleidingen in voorkomend geval achtergelaten worden op de zeebodem, zolang dit schoon en veilig gebeurt. Er is een methode ontwikkeld om te bepalen of uit gebruik geraakte leidingen moeten worden verwijderd (Programma Noordzee 2022-2027). De leidende criteria zijn daarbij: hinder voor ander gebruik, veiligheid, milieueffecten en kosten. Als de kabels en leidingen mogen blijven liggen moeten de eigenaren deze zelf reinigen en daarna jaarlijks inspecteren. In de praktijk blijven veel kabels en leidingen liggen. Per geval wordt ook beoordeeld of ze geschikt zijn voor toekomstig hergebruik voor CO₂- of H₂-transport.

Het Programma Noordzee 2022-2027¹²⁹ schrijft de uitgangspunten voor over aan te houden afstanden tot o.a. kabels en leidingen. Volgens deze uitgangspunten wordt bij de aanleg van windparken, ten opzichte van toekomstige en in gebruik zijnde elektriciteitskabels en leidingen, een zone van 500 meter aan weerszijden aangehouden. Ten opzichte van telecomkabels is dat in principe 750 meter. Echter, met het oog op efficiënt ruimtegebruik, kunnen kleinere onderhoudszones aangehouden worden. Dit is doorgaans het geval in windenergiegebieden. Voor telecomkabels is daarom ook een zone van 500 meter aan weerszijden aangehouden in dit MER, zie ook Tabel 10.9. Voor verlaten kabels en leidingen wordt, in overeenstemming met de eigenaar, een zone van 150 meter aan weerszijden aangehouden in dit MER. Ook rondom de parkbekabeling (infield kabels) van een windpark gelden onderhoudszones. Uit onderzoek is gebleken dat voor het veilig kunnen uitvoeren van het onderhoud aan weerszijden van infield kabels een ruimte vrij moet blijven van 250 meter.

Tabel 10.9 MER-uitgangspunt voor de aan te houden onderhouds- en veiligheidszone rondom kabels en leidingen. Bron: Programma Noordzee¹²⁹.

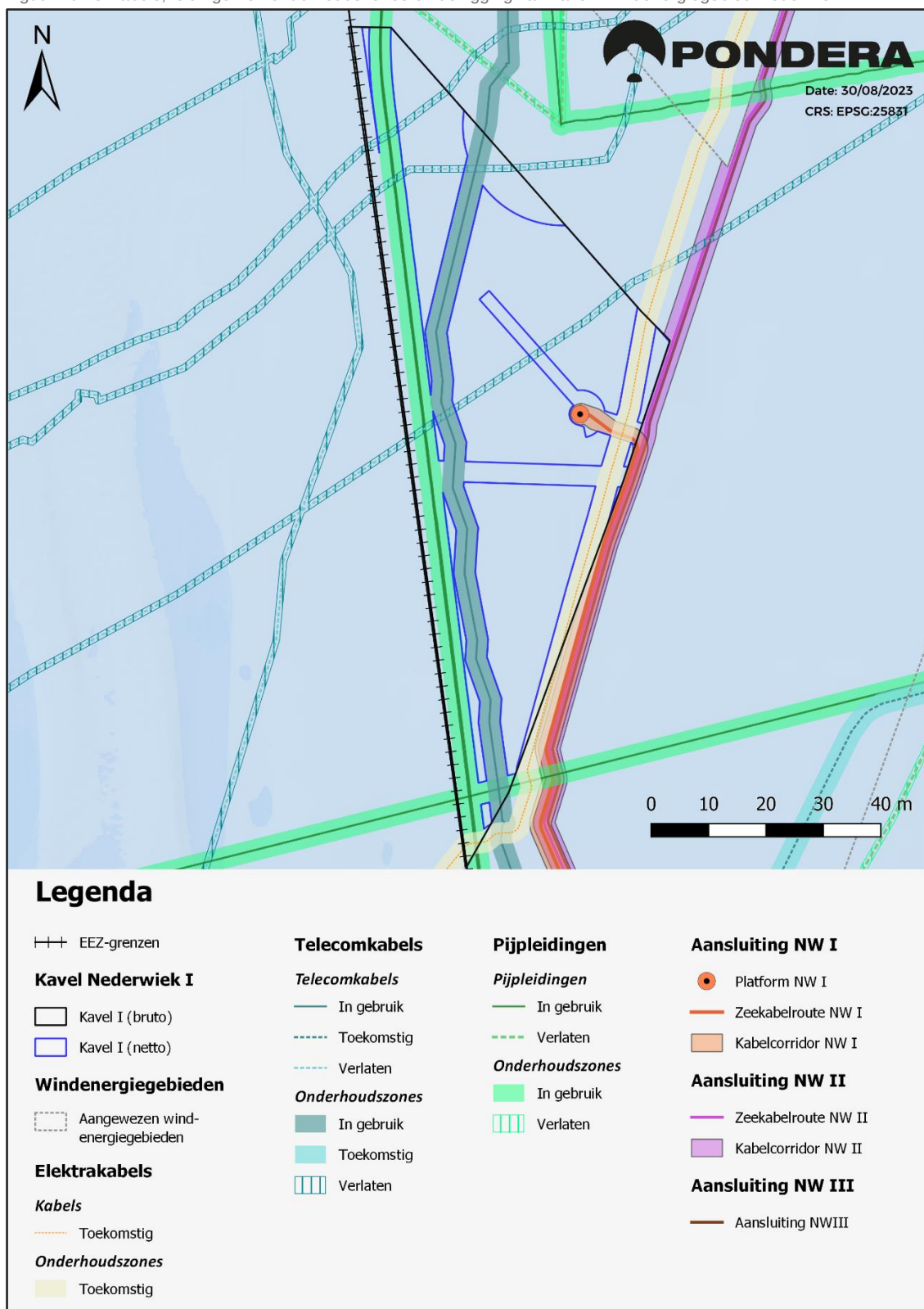
Status Soort	Toekomstig (m)*	In gebruik (m)*	Verlaten / buiten gebruik (m)*
Elektrakabel	500	500	150
Telecomkabel	500	500	150
Pijpleiding	500	500	150
Parkbekabeling	n.v.t.	250	n.v.t.

* In overleg met de eigenaar/initiatiefnemer is het mogelijk tot een andere afstand overeen te komen.

De 2 GW gelijkstroom kabel van het Net op zee voor Nederwiek 1 verzorgt de aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet vanuit Nederwiek (zuid). Daarnaast verzorgen Net op zee Nederwiek 2 en 3 de aansluitingen vanuit Nederwiek (noord). Langs Nederwiek (zuid) liggen de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1, 2 en 3 parallel met een onderlinge afstand van 150 meter vanwege beperkte ruimte. Tussen Net op zee Nederwiek 1, die het dichtst bij de rand van de grens van Nederwiek (zuid) ligt, wordt een (afwijkende) onderhoudszone van 150 meter aangehouden ten opzichte van de oostelijke begrenzing van het windenergiegebied. Hier is al rekening mee gehouden in de netto begrenzing van kavel I. Figuur 10.18 toont de begrenzing van kavel I en de nabijgelegen kabels, leidingen en hun onderhoudszones.

¹²⁹ Noordzeeloket, Beleid, Programma Noordzee 2022-2027. Geraadpleegd 26 mei 2023 via <https://www.noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee-2022-2027/>

Figuur 10.18 Kabels, leidingen en onderhoudszones en de ligging van kavel I windenergiegebied Nederwiek.



Bron: RWS, update juli 2023

10.10.2 Effectbeschrijving

Tabel 10.10 toont de kabels en leidingen die direct in kavel I liggen of daar direct aan grenzen.

Tabel 10.10 Kabels en leidingen in of direct aangrenzend aan kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

Soort	Nummer	Vervoerd product	Beheerder	Status	Van	Naar
Elektra	KB0110	Elektriciteit	NeuConnect Britain Limited	Toekomstig ("As planned")	Isle of Grain (GB)	Wilhelmshaven (NL)
Elektra	KB0124	Elektriciteit	TenneT	Toekomstig ("As planned")	Nederwiek I	Borssele
Elektra	KB0125	Elektriciteit	TenneT	Toekomstig ("As planned")	Nederwiek II	Maasvlakte
Elektra	KB0134	Elektriciteit	TenneT	Toekomstig ("As planned")	Nederwiek III	Geertruidenberg of Moerdijk
Telecom	KB0061	-	T Systems International / Deutsch Telekom	In gebruik	Oostende (B)	Norden (D)
Telecom	KB0010	-	N.B.	Verlaten	Winterton (GB)	Borkum (D)
Telecom	KB0025	-	N.B.	Verlaten	Romo (DK)	Winterton (GB)
Telecom	KB0073	-	N.B.	Verlaten	Winterton (GB)	Borkum (D)
Pijpleiding	PL0176_PR	Gas	BBL Company V.O.F.	In gebruik	Balgzand (NL)	Baton (GB)
Pijpleiding	PL0186_PR	Gas	Statoil ASA	In gebruik	Sleipner (N)	Zeebrugge (B)
Pijpleiding	PL0187_PR	Gas	Statoil ASA	In gebruik	Draupner (N)	Duinkerken (F)

Bron: RWS, update juli 2023.

Verdere naburige kabels, leidingen en hun onderhoudszone liggen op meerdere kilometers afstand van kavel I (zie Figuur 10.18). In de netto begrenzing van kavel I is rekening gehouden met de in Tabel 10.10 beschreven genoemde nabijgelegen (toekomstige) kabels, leidingen en hun onderhoudszones. De afstanden die daarin zijn aangehouden zijn die zoals weergegeven in Tabel 10.9 (met uitzondering van de toekomstige NOZ-bekabeling voor kavels Nederwiek I, II en III). De effecten op aanwezige kabels en leidingen worden voor kavel I daarom beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

10.11 Telecommunicatie

10.11.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Het transport van spraak, data en radio- en tv-signalen verloopt, naast via telecom- of glasvezelkabels, ook via zogenaamde straalpaden. Hierbij worden signalen overgedragen met een gerichte straal door de lucht. Op de Noordzee worden straalpaden gebruikt voor de communicatie tussen offshore platforms onderling en tussen platforms en de kust. Straalpaden op de Noordzee zijn niet planologisch beschermd en er bestaat geen verplichting om bij ruimtelijke projecten rekening te houden met straalpaden. De eigenaar van een straalverbinding is zelf verantwoordelijk voor een goede verbinding.

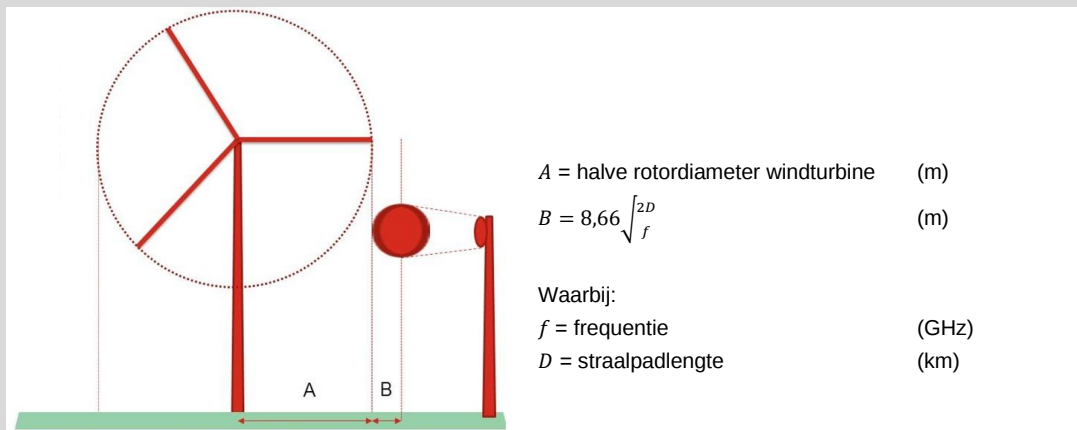
De routes van deze straalpaden worden zo gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan, omdat die de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken. Een windturbine die in een straalpad staat, kan mogelijk negatieve effecten hebben op de telecommunicatie. Om te beoordelen of, en zo ja, welke effecten er mogelijk optreden, wordt het 'toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines' van Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI)¹³⁰ als uitgangspunt gehanteerd.

Deze methode gaat ervan uit dat er geen effect van windturbines op de straalpaden bestaat, wanneer de windturbine op een afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone (zie Kader 10.2) verwijderd is van het straalpad. Doorgaans bedraagt de tweede fresnelzone een afstand van tientallen meters. Binnen deze afstand kan mogelijk een effect optreden, al is dat effect niet automatisch onaanvaardbaar. Met de eigenaar van de straalverbinding moet dan gezocht worden naar een mitigerende maatregel, bijvoorbeeld door een tussenzender te plaatsen. De mogelijke komst van een mobiel datanetwerk (4G/5G) op zee zal hierbij nieuwe mogelijkheden bieden en/of de rol van straalverbindingen volledig kunnen overnemen.

¹³⁰ Agentschap Telecom: toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines'. Opgesteld in december 2017, gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer.

Kader 10.2 Straalpad Fresnelzone¹³⁰

De aanbevolen afstand tussen een windturbine en een straalpad dient minimaal een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone te bedragen. De tweede fresnelzone wordt berekend op basis van de formule in het onderstaande figuur.

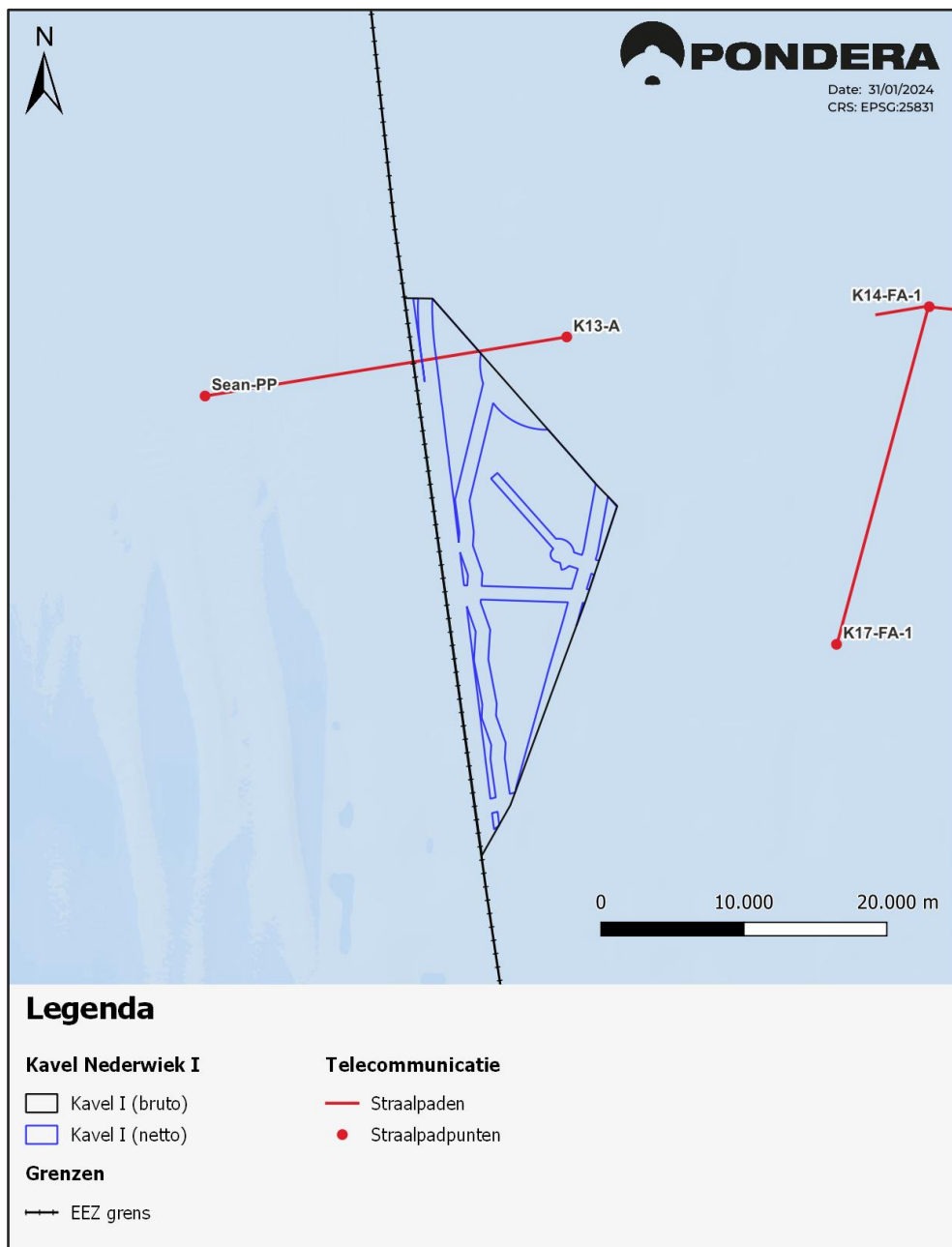


De aanbevolen afstand verschilt dus per straalpad. Voor een goede werking van de verbinding mag de mast van de windturbine (uitgaande van een maximale mastdiameter van 6 m) zich niet in het straalpad bevinden. Tevens is de hoogte van het straalpad relevant, aangezien het straalpad ook onder de rotorhoogte kan liggen. In dit geval heeft de windturbine geen effect op de werking van het straalpad.

De afstand van een halve rotordiameter (A) plus de tweede fresnelzone (B) kan berekend worden volgens de formule hierboven. De hoogte van het straalpad is bepaald op basis van de hoogste zendmast (worst case).

Figuur 10.19 toont de positie van kavel I van windenergiegebied Nederwiek ten opzichte van de dichtstbij gelegen straalpaden. Zoals te zien in de figuur doorkruist één straalpad de kavel. Volgens de gegevens van de Antennekaart loopt dit straalpad op van een hoogte van 35 meter tot 63 meter en heeft het een frequentie van 7.449 en 7.694 MHz. De lengte van het straalpad is 25,6 km. De straalverbinding loopt vanaf het K13-A (mijnbouw)platform naar het platform Sean-PP in de exclusieve economische zone (EEZ) van het Verenigd Koninkrijk. Vanaf platform K13-A lopen ook nog verbindingen naar het platform K14-FA-1 en K8-FA-1. (Platform Sean-PP en K14-FA-1 zijn weergegeven in Figuur 10.19. Platform K8-FA-1 is niet te zien in Figuur 10.19, deze ligt in Nederwiek (noord).)

Figuur 10.19 Posities van straalpaden rondom kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



Bron: www.antennekaart.nl

10.11.2 Effectbeschrijving

Zoals beschreven in hoofdstuk 4 is de bandbreedte van de rotordiameters (RD) voor de windturbines in Nederwiek (zuid) kavel I 236 tot 280 meter. Met de formule in Kader 10.2, de bandbreedte van de rotordiameters en de gegevens van het straalpad dat kavel I doorkruist, kan de aanbevolen afstand tussen de windturbines en het straalpad worden berekend. De aanbevolen afstand (halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone) is 146,4 meter (RD van 236 m) tot 168,4 meter (RD van 280 meter).

Het straalpad doorkruist de netto kavel dwars. In de netto begrenzing van de kavel is geen rekening gehouden met dit straalpad en de aanbevolen afstand. Echter kan er alleen een effect optreden op het straalpad tijdens de gebruiksfase van het windpark. De gebruiksfase van het windpark in kavel I Nederwiek (zuid) zal naar verwachting (op zijn vroegst) vanaf 2030 ingaan. Het platform Sean-PP zal in de toekomst worden verwijderd. De productie op Sean-PP zal in 2025 stop worden gezet en de verwijdering van het platform zal in 2029 worden afgerond¹³¹. Dit betekent dat er geen straalpad loopt door het windpark tijdens de gebruiksfase van het windpark in kavel I Nederwiek (zuid). De effecten worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.12 Militaire activiteiten en ontplofbare oorlogsresten

10.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Militaire activiteiten

Defensie heeft op de Noordzee verschillende gebieden tot zijn beschikking voor test- en trainingsdoeleinden. Hiervoor zijn speciale gebieden aangewezen, zoals munitiestortlocaties, schietterreinen, (laag)vlieggebieden, of oefenterreinen voor mijnruimen. Kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt op grote afstand van defensiegebieden, zie Figuur 10.20. Het dichtstbijzijnde defensiegebied is laagvlieggebied EDH-41, op ca. 30 km afstand.

Ontplofbare oorlogsresten

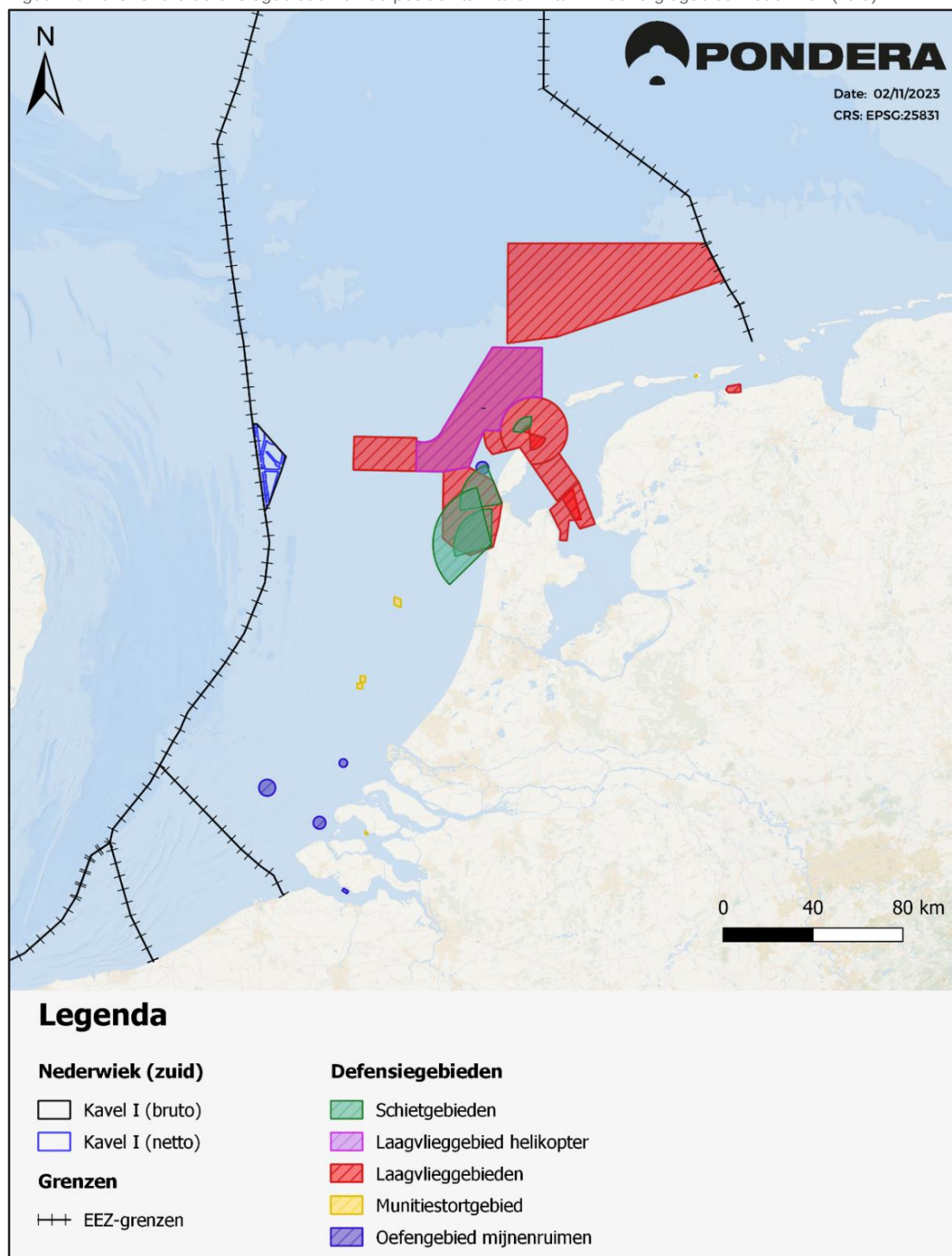
Op de Noordzee hebben tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog veel militaire activiteiten plaatsgevonden, waarbij verschillende soorten explosieven zijn gebruikt. Als gevolg hiervan zijn er over de gehele Noordzeebodem een onbekend aantal ontplofbare oorlogsresten (OO) achtergebleven, waarvan niet bekend is waar deze liggen. Bij de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase van een windpark bestaat de kans dat er onbedoeld contact met een OO ontstaat. Wanneer er hierdoor een OO onverwacht tot ontploffing komt vormt dat een ontoelaatbaar veiligheidsrisico. Om het risico van ontplofbare oorlogsresten in kaart te brengen is het windenergiegebied Nederwiek onderzocht.¹³² Er is gekeken naar de historische oorlogs-gerelateerde gebeurtenissen in het gebied en op basis daarvan is risicoanalyse gemaakt. Daarin is duidelijk geworden dat er binnen windenergiegebied Nederwiek veelvoudig luchtaanvallen hebben plaatsgevonden en dat er in beide wereldoorlogen mijnenvelden in en rond het gebied zijn gelegd.

Het hele windenergiegebied Nederwiek moet daarom als verdacht worden beschouwd. Het soort ontplofbaar oorlogsresten dat mogelijk achtergebleven is, waarvan het minstens aannemelijk is dat deze aanwezig is, staat in Tabel 10.11. De locatie van historische oorlogsactiviteiten of munitietreinen is in weergegeven in Figuur 10.21.

¹³¹ Bron: <https://www.offshore-technology.com/projects/sean-gas-field-decommissioning-north-sea-uk/> en https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1027935/Sean_DP.pdf

¹³² REASeuro, Desk Top Study Unexploded Ordnance (UXO) Nederwiek WFZ, 74787/RO-220325 report version 2.0, 25 januari 2023. Geraadpleegd 22 augustus 2023 via https://offshorewind.rvo.nl/file/download/8c20e369-6c2a-41f0-9d4f-42298779fe48/nwn_20230213_reaseuro_uxo-f.pdf

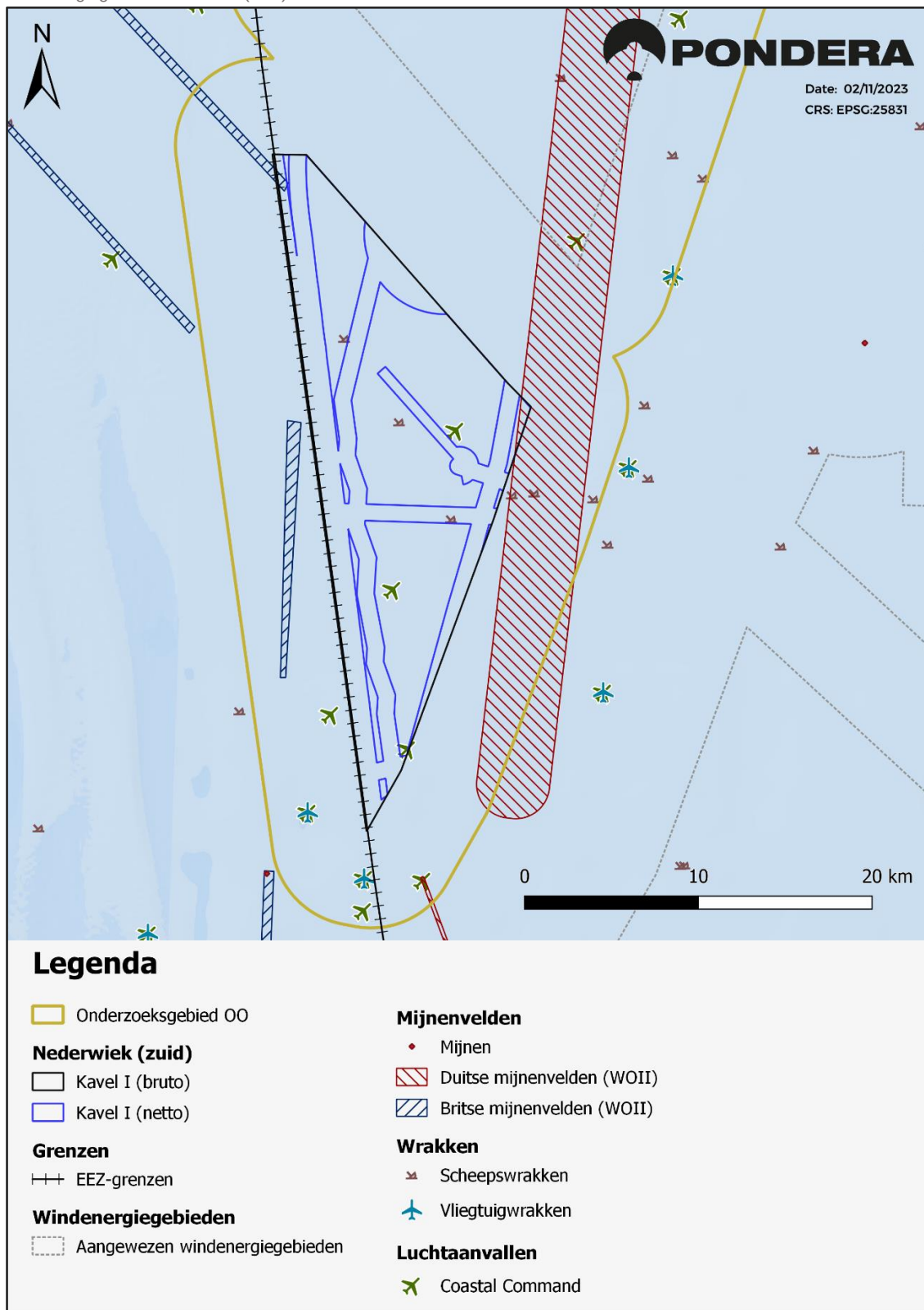
Figuur 10.20 Offshore defensiegebieden en de positie van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



Tabel 10.11 OO-soorten in en rondom het gehele windenergiegebied Nederwiek (zuid), waarvan de aanwezigheid op zijn minst aannemelijk is.¹³²

OO-soort	Oordeel t.a.v. aanwezigheidskans	Opmerkingen uit het onderzoek (citaat)
Torpedo's	Aannemelijk	<i>"Uit rapporten is gebleken dat gedurende zowel de Eerste als de Tweede Wereldoorlog enkele onderzeeërs actief waren binnen het onderzoeksgebied. Daarbij hebben ten minste twee torpedoaanvallen (het zinken van de HMS Ivanhoe en de luchtaanval op 15 september 1944) plaatsgevonden in de directe omgeving van het onderzoeksgebied. Er zijn ook verschillende meldingen aangetroffen van het zinken van schepen uitgerust met torpedo's. Het tot zinken brengen van dergelijke schepen kan leiden tot de aanwezigheid van OO van torpedo's binnen het onderzoeksgebied. De combinatie van de aanwezigheid van met torpedo's uitgeruste vaartuigen en aanvallen op dit soort vaartuigen heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van OO van torpedo's binnen het onderzoeksgebied aannemelijk is."</i>
Zeemijnen (WO 1)	Waarschijnlijk	<i>"Duits kaartmateriaal geeft een vermoedelijk Duits mijnenveld binnen het onderzoeksgebied weer. In ieder geval één Duitse mijn is aangetroffen binnen het onderzoeksgebied, maar buiten het bekende mijnenveld. Verder hebben er verschillende mijnongelukken binnen het onderzoeksgebied plaatsgevonden. De informatie over het ruimen van de mijnenvelden is zeer summier. De aanwezigheid van een mijnenveld en het veelvuldig treffen van mijnen (het waarnemen ervan of daadwerkelijke ongelukken) binnen het onderzoeksgebied leiden tot de conclusie dat aanwezigheid van zowel Duitse als ook Britse mijnen gelegd in de Eerste Wereldoorlog aannemelijk is."</i>
Zeemijnen (WO 2)	Waarschijnlijk	<i>"Het onderzoeksgebied bevindt zich tussen de Britse kust en de door Duitsers bezette Nederlandse kust. Gedurende de Tweede Wereldoorlog zijn er meerdere Britse en Duitse mijnenvelden (met mijnen en mijnneveegobstakels) in het onderzoeksgebied aangelegd. Daarnaast hebben verschillende mijnongelukken, ook buiten de bekende mijnenvelden, plaatsgevonden. De aanwezigheid van mijnen en het plaatsvinden van mijnincidenten binnen het onderzoeksgebied heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van OO van Duitse mijnen, 'Sprengboje' en andere explosieve mijnneveegobstakels, gelegd in de Tweede Wereldoorlog, waarschijnlijk is."</i>
Sub- en afwerpmunitie	Waarschijnlijk	<i>"Uit het bronnenmateriaal is gebleken dat gedurende de Tweede Wereldoorlog verschillende geallieerde luchtaanvallen hebben plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied. Daarnaast vonden noodafwerpen van geallieerde vliegtuigen vaak plaats boven de Noordzee. Ten minste drie noodafwerpen hebben binnen het onderzoeksgebied plaatsgevonden. Verder zijn verschillende stuks afwerpmunitie na de Tweede Wereldoorlog aangetroffen in de directe nabijheid van het onderzoeksgebied. De hoeveelheid luchtaanvallen en het veelvoudig plaatsvinden van noodafwerpen boven de Noordzee (en boven het onderzoeksgebied) heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van OO van sub- en afwerpmunitie binnen het onderzoeksgebied waarschijnlijk is."</i>

Figuur 10.21 Resultaten van het onderzoek naar risico's als gevolg ontplofbare oorlogsresten (OO). De kaart toont de locaties van OO, (mogelijke) mijnevelden, luchtaanvallen, scheepswrakken en zeeslagen, en de locatie van kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



10.12.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Militaire activiteiten

Er zijn geen effecten op militaire gebieden omdat deze alle op grote afstand van het windenergiegebied Nederwiek liggen. De effecten voor militaire activiteiten worden voor de kavel als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

Ontploffbare oorlogsresten (OO)

Figuur 10.21 toont aan dat op de locatie van kavel I er bekende Duitse mijnevelden uit de Tweede Wereldoorlog liggen, alsmede bekende locaties van historische luchtaanvallen. De daardoor mogelijke aanwezigheid van OO in het windenergiegebied zorgt voor een risico voor de werkzaamheden die gepaard gaan met de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van een windpark. Aangezien mogelijke detonaties op schepen, personeel en omgeving een ontoelaatbaar risico zijn, zijn mitigerende maatregelen nodig, zodat deze risico's tot aanvaardbare proporties worden teruggebracht (zie paragraaf 10.18).

De effecten voor OO worden voor de kavel als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -). De reden hiervoor is de waarschijnlijke aanwezigheid van OO en de noodzaak om hier rekening mee te houden. De effectbeoordeling is niet onderscheidend voor de verschillende inrichtingsalternatieven. Er zijn echter wel voldoende mitigerende maatregelen voorhanden (zie paragraaf 10.18).

10.13 Recreatie en toerisme

10.13.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Op de Noordzee vindt op grote schaal recreatievaart plaats, onder andere met zeil- en motorboten en chartervaart. Tevens varen er op de Noordzee grote schepen, zoals DFDS veerboten, voor personenvervoer tussen Nederland en Groot-Brittannië. Ook recreatievisserij is in toenemende mate actief op de Noordzee, niet enkel aan de (directe) kust maar steeds vaker ook verder op zee. Recreatievisserij betreft vissen vanaf het strand, vanuit kleine boten en vanaf charterboten. Echter ligt windenergiegebied Nederwiek (zuid) op dermate afstand dat de recreatievisserij niet verder wordt meegenomen in het MER. Het is niet aannemelijk dat in het gebied sprake is van wezenlijke recreatievisserij, gelet op de grote afstand tot de kust.

De recreatievaart en sportvisserij vanaf boten op de Noordzee kunnen wel effecten ondervinden. De recreatievaart, maar ook de grotere chartervaart, maakt voornamelijk gebruik van een 10 à 20 km brede zone langs de kust. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden er ook oversteken gemaakt naar Engeland met passagiersschepen. In principe is het ook voor de recreatievaart toegestaan om gebruik te maken van grotere scheepsvaartroutes.

Voor het oversteken van een scheepvaartroute (verkeersscheidingsstelsel) gelden speciale regels die aanvaringen moeten voorkomen. Het is verplicht de verkeersbaan zo haaks mogelijk over te steken (zonder correctie voor wind en stroom). Dit verkort de vaartijd door het stelsel en het maakt de bedoeling van het kruisende vaartuig duidelijk. De windparken zelf zijn, met uitzondering van bestemmingsvaart, niet toegankelijk.

In het noorden wordt windenergiegebied Nederwiek (zuid) begrensd door een in het Programma Noordzee 2022-2027 aangekondigde clearway. Deze clearway biedt een veilige doorvaart voor de scheepvaart. Het

gaat dan om de ferryverbinding met Newcastle in het Verenigd Koninkrijk en meer in het algemeen de verbinding van drukke scheepvaartroutes met de havens van IJmuiden en Amsterdam. De clearway is afgestemd op de huidige vaarroutes. Hierdoor is het mogelijk om tussen Nederwiek (zuid) en Nederwiek (noord), en daarmee dus ook (bovenlangs) kavel I, veilig en ongehinderd te varen.

Het Programma Noordzee voorziet in het faciliteren van doorvaart in windenergiegebieden voor kleinere, veelal niet-routegebonden scheepvaart. Het beleid staat doorvaart in gerealiseerde windparken alleen onder voorwaarden toe in speciaal aangewezen doorvaartpassages (bedoeld voor schepen met een lengte tot 46 meter waardoor de doorvaartpassages geschikt zijn voor de kottervloot en een groot deel van de recreatievloot). Centraal in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) is een doorvaartpassage voorzien voor kleinere schepen (lengte tot 46 meter). De beoogde passage is circa 10.000 meter lang en 9120 meter breed. . Deze doorvaartpassage in kavel I van Nederwiek (zuid) is nodig om in een directe oost-west oversteek ter hoogte van Den Helder te voorzien. Op termijn kan daarnaast ook de clearway drukker worden vanwege ontwikkelingen elders op het scheepvaartnetwerk. In dat geval kan het ook relevant worden om voor niet-routegebonden scheepvaart een alternatief te hebben voor de clearway. De doorvaartpassage in kavel I van Nederwiek (zuid) voorziet hier dan in.

10.13.2 Effectbeschrijving

Het beleid voor de planperiode 2022-2027 staat doorvaart in gerealiseerde windenergiegebieden alleen onder voorwaarden toe in speciaal aangewezen doorvaartpassages, in andere gevallen dient de scheepsvaart een 500 meter veiligheidszone tot windparken aan te houden¹²⁹. Centraal in windenergiegebied Nederwiek (zuid) is een doorvaartpassage voorzien. Het gebruik van de doorvaartpassages wordt toegestaan voor schepen tot 46 meter lengte. Daarmee zijn de passages geschikt voor de kottervloot en een groot deel van de recreatievloot. Schepen mogen ook 's nachts gebruik maken van de doorvaartpassages, mits ze hiervoor zijn toegerust. De recreatievaart kan daardoor windenergiegebied Nederwiek (zuid) snel en efficiënt passeren/doorkruisen.

Het windenergiegebied Nederwiek ligt ver buiten de gebieden die doorgaans door het overgrote deel van de recreatievaart wordt gebruikt, maar kan wel hinder veroorzaken voor passagiersschepen tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk. Het toewijzen van een clearway, zoals voorgenomen in het Programma Noordzee 2022-2027 en de doorvaartpassage, zal de noodzaak tot omvaren voor een groot deel kunnen mitigeren. De effecten op recreatievaart worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op¹³³.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met boten. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten, in strijd met de regels, te dicht bij de windturbines komen en in aanvaring komen met een windturbine. Dit risico is ten opzichte van het veel grotere vrachttransport (zie hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid) beperkt van omvang, gezien de lagere massa en de grotere wendbaarheid van recreatievaartuigen.

¹³³ Omdat er meer obstakels op zee worden geplaatst waar recreatievaartuigen tegenaan kunnen varen (namelijk de turbines), zal de kans op aanvaringen voor recreatievaart en sportvissers licht toenemen. Dat effect wordt verder in hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid beschreven.

10.14 Cultuurhistorie en archeologie

10.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Verspreid over de Noordzee kunnen cultuurhistorische en archeologisch waardevolle objecten op of in de bodem voorkomen. Deze mogelijke archeologische waarden kunnen bijvoorbeeld scheeps- of vliegtuigwrakken zijn. Vaak moet er nog vastgesteld worden of deze objecten daadwerkelijk als archeologische waarden gezien moeten worden en is de locatie ervan niet precies bekend. Tijdens de installatie van windturbines, funderingen en kabels mogen archeologische waarden niet aangetast worden.

Conform de Erfgoedwet (2016) is het verplicht om archeologisch onderzoek uit te voeren, waarin de aanwezigheid van mogelijke archeologische waarden wordt onderzocht. De eerste stap is het archeologisch bureauonderzoek, dat tot doel heeft de archeologische verwachting voor het gebied te bepalen. De resultaten hiervan, en die van het geofysische vervolgonderzoek in het veld, worden hieronder gepresenteerd voor zover zij relevant zijn voor dit MER. Figuur 10.23 geeft de resultaten hiervan weer.

Archeologisch bureauonderzoek

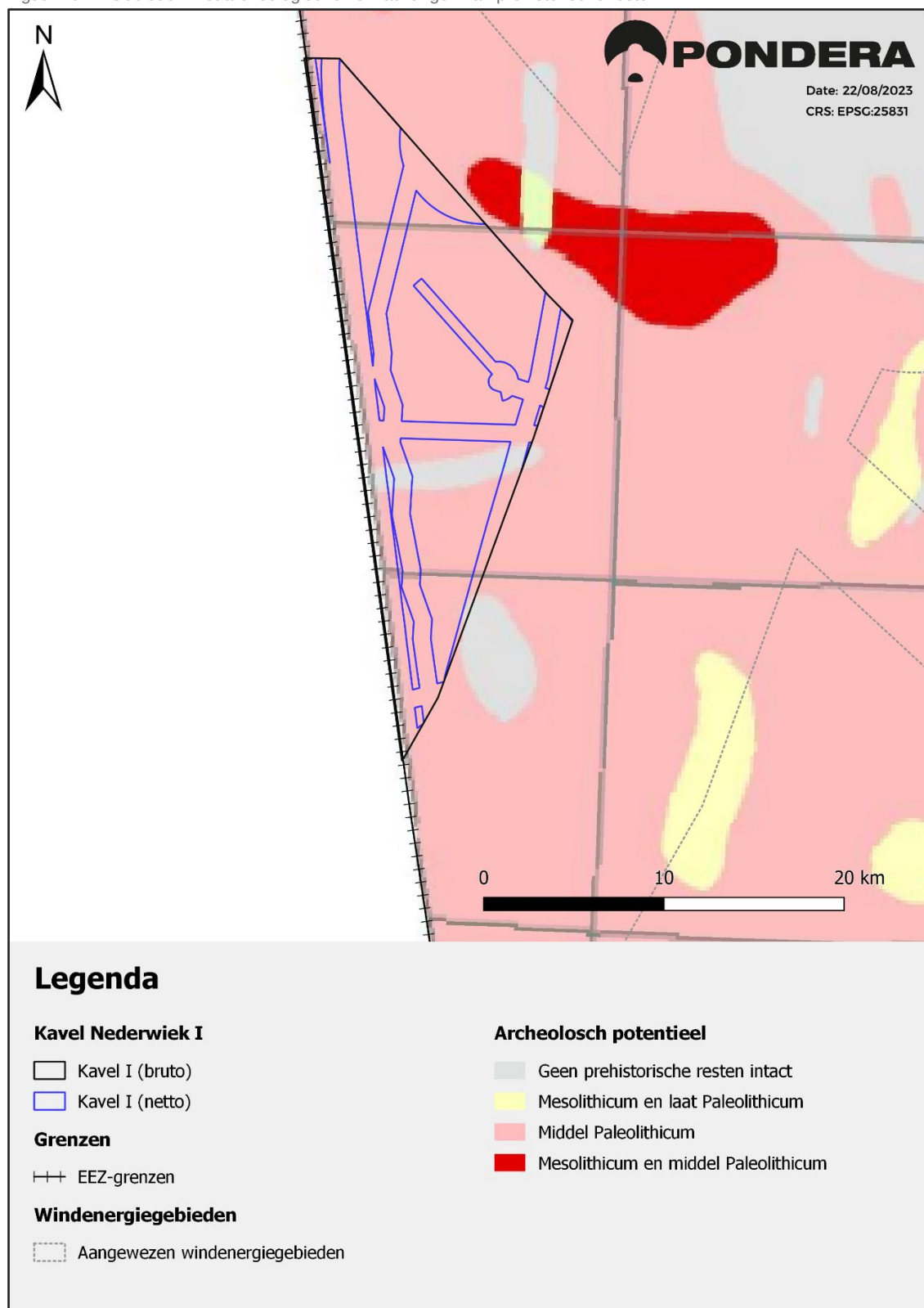
Voor windenergiegebied Nederwiek, dus voor zowel Nederwiek (zuid) als Nederwiek (noord), is een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd. Het windenergiegebied Nederwiek heeft een hoge archeologische verwachting voor de aanwezigheid van (resten van) scheepswrakken en gevechtsvliegtuigen uit de Tweede Wereldoorlog. Het is ook waarschijnlijk dat er plaatselijk goed bewaarde prehistorische landschappen liggen, met hieraan gerelateerde resten van middel-paleolithische kampplaatsen.

In een archeologisch onderzoek uitgevoerd door onderzoeksbureau Vestigia¹³⁴ zijn in totaal 35 contacten met mogelijke archeologische waarden gerapporteerd in de directe omgeving van het windenergiegebied Nederwiek. Deze worden in paragraaf 1.14.2 verder uitgelicht.

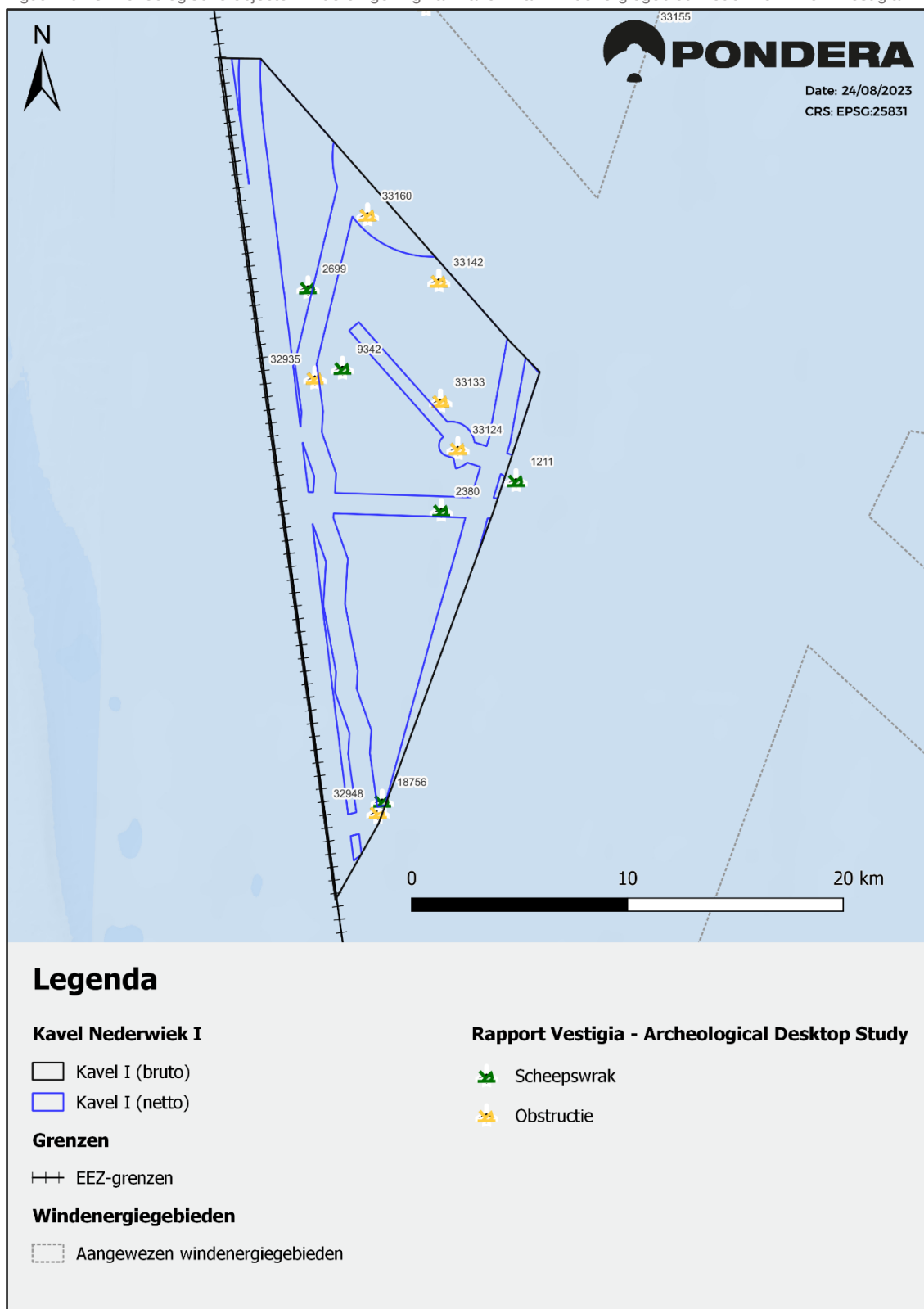
Figuur 10.22 laat de gebieden zien waar mogelijk prehistorische resten met archeologische waarden verwacht kunnen worden. Het betreffen mogelijke resten uit het middenpaleolithische en mesolithische tijdperk, waarvan ze naar verwachting voorkomen in de bodemstructuren de Boxtel Formatie, het Bruine Bank Laagpakket en Stuwallen.

¹³⁴ Vestigia, Windfarm Zones Nederwiek Noord & Nederwiek ZuidL Archaeological Desktop Assessment. Netherlands Enterprise Agency, report number V2385 (MSDS222236) version 2.1. Published 15-12-2023, date of last revision 13-03-2023, accessed 24-08-2023 via https://offshorewind.rvo.nl/file/download/12e53231-c541-45ec-9546-a266e334b1d6/nw_20230403_vestigia_archeological-desktop-study-_f.pdf.

Figuur 10.22 Gebieden met archeologische verwachtingen van prehistorische resten.



Figuur 10.23 Archeologische objecten in de omgeving van kavel I van windenergiegebied Nederwiek. Bron: Vestigia¹³⁴.



Geofysisch veldonderzoek

Als aanvulling op het archeologisch bureauonderzoek is er een geofysisch veldonderzoek uitgevoerd naar de archeologische waarden in windenergiegebied Nederwiek (zuid). Dit onderzoek is uitgevoerd door MSDS Marine en Vestigia¹³⁵. In het onderzoek hebben onderzoeksschepen een grote hoeveelheid geofysische data van het gebied verzameld met verschillende sensoren; side scan sonar (SSS), magnetometer (MM), multibeam echosounder (MBES), en subbottom profiler (SBP).

Oppervlakkige archeologische waarden

Tijdens het onderzoek zijn in totaal 162 oppervlakkige objecten met mogelijke archeologische waarde geïdentificeerd, waarvan er acht buiten Nederwiek (zuid) zijn waargenomen. In het onderzoek worden de objecten gerangschikt naar “hoge”, “medium” en “lage” waarden (zie ook Tabel 10.12) en Figuur 10.24 toont de locatie van de waarden:

- “Lage waarden” zijn veelal klein en waarschijnlijk van moderne aard, zoals kettingen, touwen, puin en visgereedschap. Er zijn in totaal 153 van dit type waarde geïdentificeerd.
- “Medium waarden” hebben karakteristieken waardoor ze mogelijk van antropogene oorsprong zijn en mogelijk van archeologische waarde.
- “Hoge waarden” zijn in het onderzoek geïdentificeerd en hebben met zekerheid een archeologische waarde. Het betreffen bijvoorbeeld complete scheepswrakken of delen daarvan.

Magnetische waarden

Tijdens het onderzoek zijn 6.194 ijzerhoudende objecten geregistreerd, waarvan er 3.687 niet corresponderen met bekende infrastructuur (zoals leidingen). IJzerhoudende objecten op de zeebodem hebben veelal een antropogene (door mensen gemaakte) oorsprong. Veruit het grootste deel (3.457) van de waargenomen objecten zijn klein en volgens het rapport zeer waarschijnlijk niet van archeologische waarde. Van de overige 230 objecten is volgens het rapport waarschijnlijk een groot deel modern ‘afval’, bijvoorbeeld delen van kettingen, kabels, ankers en motoren, die bewust of per ongeluk van passerende schepen vallen.

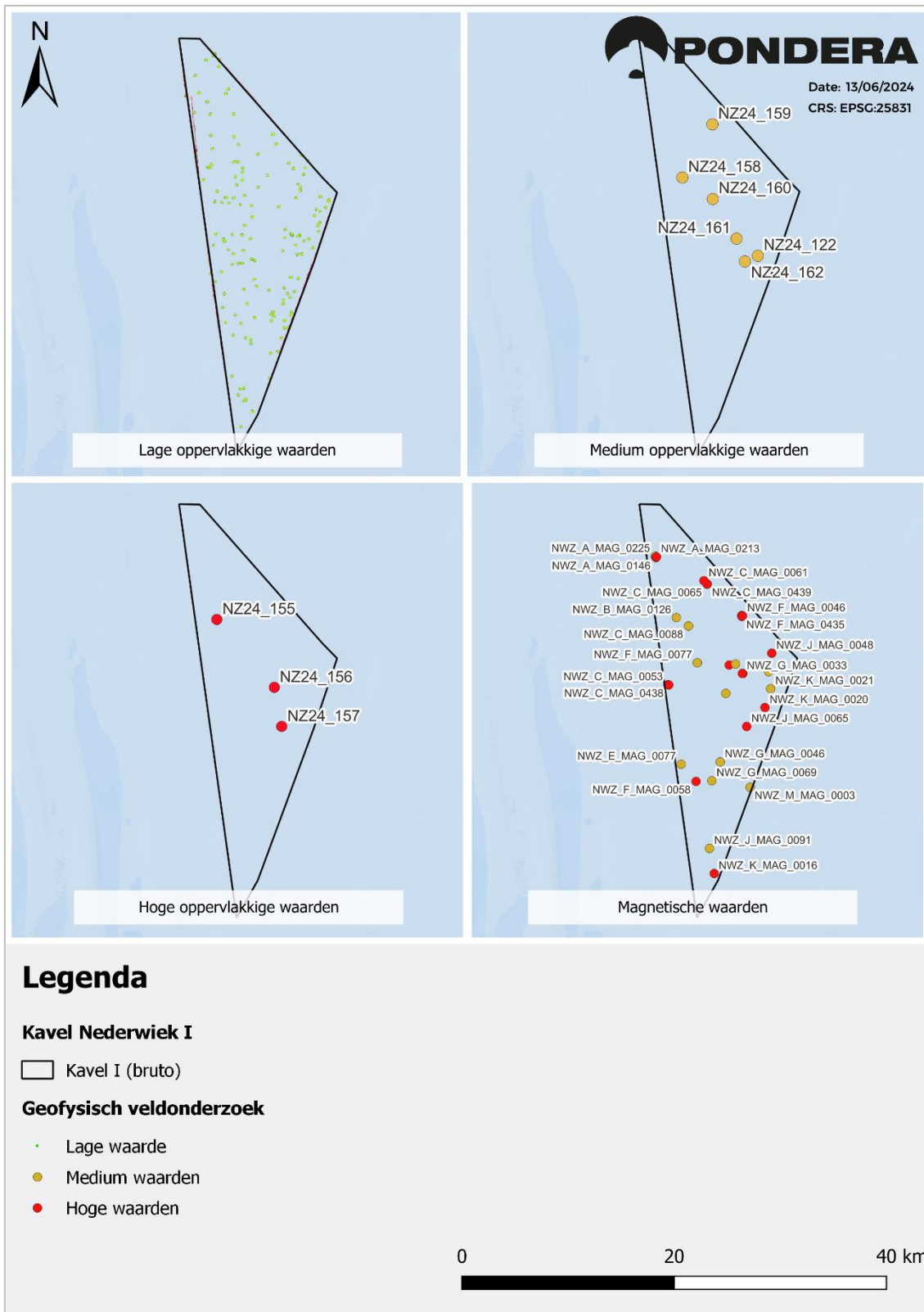
Uit het onderzoek volgt een selectie van 31 magnetische waarden (met “hoge” of “medium” waarden) waarvoor tijdelijke archeologische exclusiezones worden geadviseerd. Deze 31 magnetische waarden zijn in Figuur 10.24 genummerd.

¹³⁵ James, M.; Polakowski, M. MSDS Marine & Vestigia, in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Archeological Assessment of Geophysical and Hydrographic Data. Rapportnummer 2024/MSDS22236/1, april 2024. Geraadpleegd 13-06-2024.

Tabel 10.12 Geregistreerde oppervlakkige archeologische waarden binnen het onderzoeksgebied. Bron: ¹³⁴¹³⁵.

	Soort	Binnen onderzoeksgebied	Buiten onderzoeksgebied	Totaal
Lage waarden	Ketting, kabel of touw	12	1	13
	Mogelijk geologisch	15	0	15
	Potentieel puin	101	4	105
	Lijnvormige objecten anders dan ketting of touw	8	2	10
	Visgereedschap	6	0	6
	Anker	1	1	2
	Anker met ketting	1	0	1
	Totaal	145	8	153
Medium waarden	Potentieel puin	4	0	0
	Mogelijk vistuigen	1	0	0
	Wrakpuin	1	0	0
	Totaal	6	0	6
Hoge waarden	Wrak	2	0	2
	Potentieel wrak	1	0	1
	Totaal	3	0	3

Figuur 10.24 Archeologische waarden uit geofysisch veldonderzoek



Mitigatie

Het rapport stelt de volgende mitigatiemaatregelen voor, zie Tabel 10.13.

Tabel 10.13 Voorgestelde mitigatiemaatregelen in het geofysisch veldonderzoek.

Soort waarde	Voorgestelde mitigatie
Lage waarde, oppervlakkig	Als het object wordt aangetroffen, dient het volgens protocol te worden gerapporteerd. Exclusiezones zijn niet nodig.
Medium waarde, oppervlakkig	Tot vijf geïdentificeerde medium oppervlakkige waarden adviseert het rapport om met duikbezoeken de waarden vast te stellen, en – indien nodig – een permanente archeologische exclusiezone (AEZ) in te stellen van 50 meter rondom het middelpunt van het object. Enkel voor object NZ24_162 geldt dat er géén AEZ geadviseerd wordt.
Hoge waarde, oppervlakkig	Tot de drie geïdentificeerde hoge oppervlakkige waarden adviseert het rapport om een permanente archeologische exclusiezone (AEZ) in te stellen van 50 meter (voor objecten NZ24_155 en NZ24_156) of 100 meter (voor NZ24_157) rondom de buitenranden van het object inclusief omliggende brokstukken.
Magnetische objecten met medium of hoge waarde	Het rapport adviseert een tijdelijke archeologische exclusiezone (TAEZ) rondom magnetische objecten. Deze zone bedraagt 30 meter (voor medium waarden) of 50 meter (voor hoge waarden) rondom het middelpunt van het object.

10.14.2 Effectbeschrijving

Binnen kavel I zijn verschillende objecten aangetroffen die als (mogelijke) archeologische waarden beschouwd moeten worden (Figuur 10.23). De kans bestaat dat er tijdens de aanleg van de windturbinefunderingen en de parkbekabeling archeologische waarden worden aangetast. Deze kans is, naast aanwezigheid van archeologische waarden, afhankelijk van de diepte van de funderingen en de oppervlakte van de funderingen en de erosiebescherming.

Diepe archeologische waarden kunnen worden aangetast door de oppervlakte van de funderingen die diep de bodem in gaan. De totaaloppervlakte van de funderingen dat diep de bodem in gaat bedraagt minimaal 2.800 m² voor een tripod fundering (15 MW), tot 70.700 m² voor een suction bucket fundering (20 MW) (zie Tabel 10.1). Ten opzichte van de gehele kaveloppervlakte is dit zeer gering. Daarom is de kans dat er tijdens het aanbrengen van de funderingen diepe archeologische resten worden aangetast ook zeer gering.

Ondiepe archeologische resten kunnen door de totaaloppervlakte aan funderingen en erosiebescherming en door het ingraven van de parkbekabeling, worden aangetast. Het toepassen van gravity based funderingen en suction bucket funderingen (20 MW) heeft met 1.767.100 m² de grootste totaaloppervlakte aan funderingen en erosiebescherming (zie Tabel 10.1). Ook deze oppervlakte is, ten opzichte van de gehele kaveloppervlakte, zeer gering. Bovendien zijn de locaties van ondiepe archeologische waarden bekend.

In een zone van 100 meter rondom (mogelijke) archeologische waarden mogen geen bodem beroerende activiteiten plaatsvinden. Daaronder valt dus ook het plaatsen van windturbines. In overleg met het bevoegd gezag is het wellicht mogelijk om deze zones voor specifieke situaties te verkleinen op basis van een nadere verkenning en/of maatregelen. Daarbij bestaat de kans wel dat deze objecten met mogelijke archeologische waarden ontplofbare oorlogsresten (OO) kunnen zijn.

Wanneer de zone van 100 meter niet vermeden kan worden, is aanvullend onderzoek nodig om de aard en waarde van het object te bepalen. Als dit aantoont dat het object niet als archeologische waarde wordt beschouwd en dat het niet om een ontplofbaar oorlogsrest gaat, kan de 100 meter zone op die locatie vrijgegeven worden. Het kan nodig zijn om het object te ruimen. Het risico van OO is in paragraaf 10.12 beschreven.

Indien er tijdens de aanleg van het windpark (mogelijk) archeologische waarden worden aangetroffen, dan moet dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de archeologische resten zo goed mogelijk kunnen worden behouden.

De effecten op cultuurhistorie en archeologie worden voor de kavel licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De reden hiervoor is de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden en de noodzaak om hier rekening mee te houden. Hoewel er verschillen zijn in effecten tussen beide alternatieven (veel en weinig erosiebescherming), worden de verschillende alternatieven gezien de geringe absolute omvang van de effecten niet onderscheidend beoordeeld.

10.15 Bestaande windparken

10.15.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Figuur 10.25 laat de bestaande en geplande windparken in de omgeving van windenergiegebied Nederwiek zien. Nederwiek zal in totaal ruimte bieden aan drie windparken van elk 2 GW. Deze windparken zullen elkaar onderling beïnvloeden door windafvang. De twee noordelijke kavels liggen op korte afstand van elkaar en zullen onderling zorgen voor merkbare windafvang. Kavel I, dat circa 10 kilometer zuidelijkwestelijker ligt, zorgt tevens voor merkbare windafvang bij de noordelijke kavels. De effecten van de noordelijke kavels op kavel I zijn beperkter van omvang aangezien de wind op de Noordzee voornamelijk uit zuidwestelijke richting waait.

Windenergiegebied Nederwiek grenst ten westen direct aan het vergunde Britse windpark Norfolk Boreas. Naar verwachting zal dit windenergiegebied de grootste windafvang veroorzaken voor kavel I van Nederwiek (zuid). Voor de opbrengst van Norfolk Boreas geldt dat de omvang van de windafvang door kavel I beperkter is in omvang, omdat kavel I ten oosten ligt (en de dominante windrichting op de Noordzee het zuidwesten is).

In de directe omgeving van kavel I liggen, naast de overige kavels van windenergiegebied Nederwiek en het Britse Norfolk Boreas, nog andere windparken:

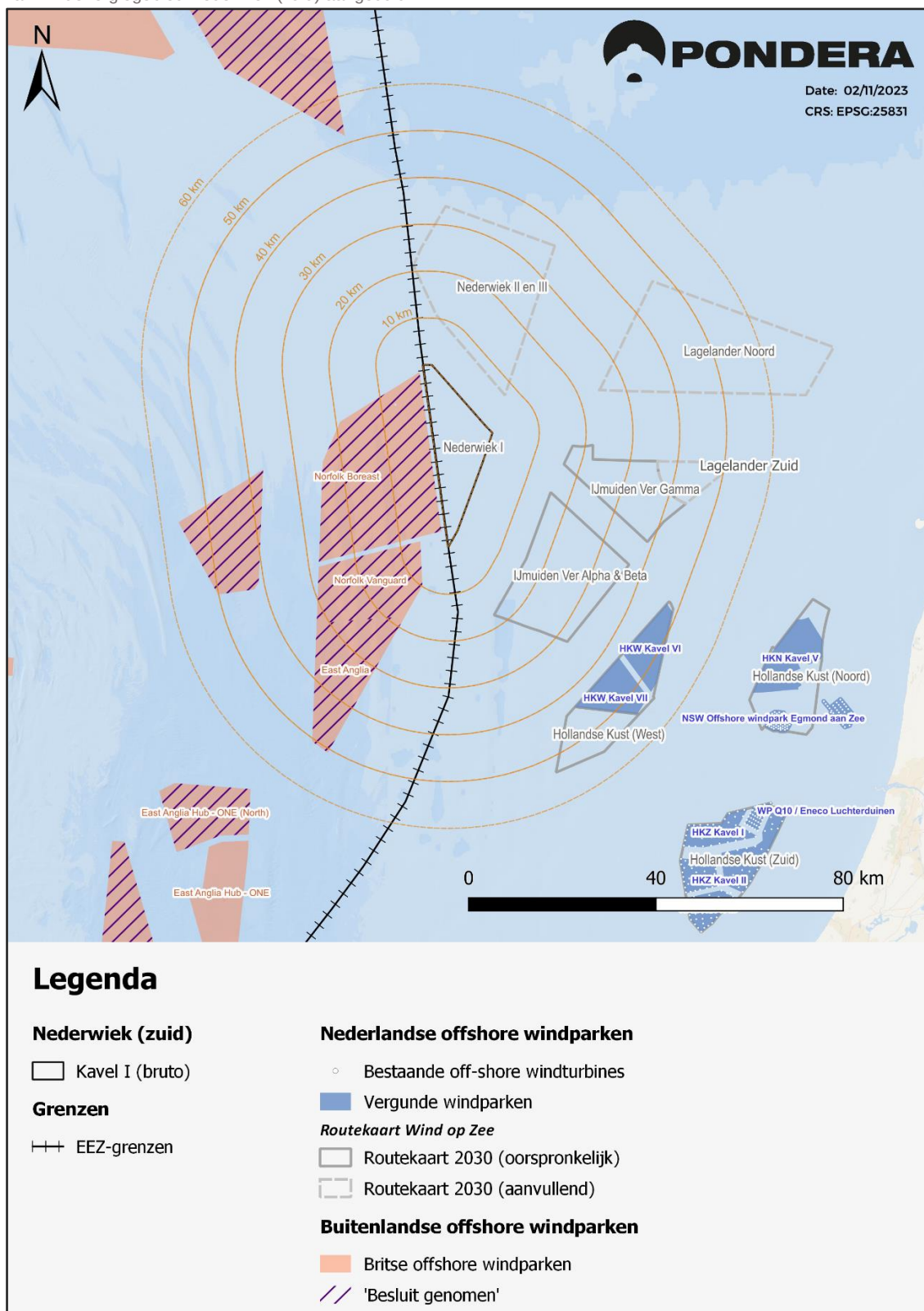
- Norfolk Vanguard (circa 6 – 20 km)
- East Anglia (ca. 20 – 50 km)
- IJmuiden Ver (ca. 15 – 45 km)
- Lagelander Noord (ca. 25 – 75 km)
- Lagelander Zuid (ca. 35 – 50 km)
- Hollands-Kust West (ca. 40 – 60 km)
- East Anglia Hub ONE (ca. > 70 km)
- Hollands-Kust Zuid en Noord (> ca. 75 km)

Ook voor deze windparken geldt dat er windafvangeffecten optreden. Onderlinge windafvangeffecten worden kleiner in omvang naarmate de afstanden groter worden. De windafvangeffecten op de elektriciteitsopbrengst van bestaande Nederlandse en buitenlandse windparken wordt beschreven in Hoofdstuk 11 - Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.

10.15.2 Effectbeschrijving

Door de relatief korte afstand tot andere geplande windparken zullen er naar verwachting windafvangeffecten plaats vinden welke de opbrengsten negatief kunnen beïnvloeden. Alhoewel er bij de inrichting van windparken enigszins rekening kan worden gehouden met de aanwezigheid van andere windparken en turbines, zullen de windparken op de Noordzee impact hebben op elkaar. In hoofdstuk 11 wordt hier verder op ingegaan bij de cumulatieve effecten. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier enige invloed op, maar niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling tussen alternatieven.

Figuur 10.25 Bestaande en geplande windparken op de Noordzee. Ter referentie zijn ook afstandscontouren om kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) aangeduid.



10.16 Effectbeoordeling

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er effecten optreden op overige gebruiksfuncties. De meeste effecten worden neutraal beoordeeld, omdat deze gering van omvang of op voorhand uit te sluiten zijn. Dit komt mede, doordat er bij de locatiekeuze van de windenergiegebieden al rekening is gehouden met deze gebruiksfuncties. Hieronder volgt een korte beschrijving van de effectbeoordeling per onderwerp. De effectbeoordelingen voor de diverse inrichtingsalternatieven zijn daarbij niet onderscheidend.

Tabel 10.14 laat voor elk onderwerp de effectbeoordeling voor Nederwiek (zuid) kavel I zien. Uit de beoordeling blijkt dat de inrichtingsalternatieven niet zorgen voor een verschil in effectbeoordeling. Ten aanzien van de meeste gebruiksfuncties is sprake van geringe effecten en is de effectbeoordeling neutraal. Dit is het geval voor de effecten op burgerluchtvaart, militaire luchtvaart, zand-, grind- en schelpenwinning, baggerstort, luchtvaartradar, wal- en scheepsvaartradar, kabels en leidingen, telecommunicatie, militaire activiteiten en recreatie(vaart).

De effecten op de visserij als geheel worden licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Binnen de kavel liggen er geen hotspots voor schol-, tong-, kreeft- of overige demersale visserij. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen, wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel. De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld, door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden. Het effect op helikopterverkeer is als negatief beoordeeld vanwege overlap met HTZ K13-A. Dit geldt ook voor helikopterverkeer voor de Kustwacht (SAR), omdat uit onderzoek blijkt dat effecten door windturbines op het helikopterverkeer bij draaiende turbines en/of slecht weer niet uit te sluiten zijn, en dat er een versturende werking optreedt op de goede werking van de radiocommunicatie van de Kustwacht. Ook is er een licht negatief effect op bestaande windparken doordat Nederwiek (zuid) kavel I windafvangeffecten veroorzaakt op omliggende windparken. De kavel zelf ondervindt ook windafvangeffecten door (met name) enkele ten zuidwesten gelegen Britse windparken, en in mindere mate van andere windparken op de Noordzee.

Ten aanzien van OO is de beoordeling negatief. Binnen de kavels is de aanwezigheid van OO zeer aannemelijk, waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen moeten worden. Tot slot is ook het onderdeel overige meetapparatuur negatief beoordeeld omdat de meetapparatuur op het K13-A platform wordt beïnvloed.

Tabel 10.14 Effectbeoordeling van het windpark in Nederwiek (zuid) kavel I tijdens de exploitatie fase. Effect van de onderzochte onderwerpen van het aspect overige gebruiksfuncties.

Visserij	Beperkingen visserij	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	0/-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0
	Interferentie helikopterverkeer	-
	Interferentie Kustwacht	0/-
	Interferentie militaire luchtvaart	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar en overige meetapparatuur	Interferentie luchtvaartradar	0
	Interferentie wal- en scheepsvaartradar	0
	Interferentie meetapparatuur op en rondom platforms op zee	-
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0
Militaire activiteiten en OO	Interferentie militaire activiteiten	0
	Aanwezigheid ontplofbare oorlogsresten (OO)	-
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-

10.17 Cumulatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de meeste effecten op de overige gebruiksfuncties als neutraal beoordeeld zijn. Er worden wel (licht) negatieve effecten verwacht ten aanzien van de visserij, mijnbouw, helikopterverkeer en kustwacht (luchtvaart), interferentie meetapparatuur op en rondom platforms op zee, ontplofbare oorlogsresten (OO), cultuurhistorie en archeologie, en bestaande windparken. In cumulatie kunnen deze effecten sterker worden en ook optreden voor de andere onderwerpen die op zichzelf als neutraal zijn beoordeeld.

In deze paragraaf wordt toegelicht welke effecten, in cumulatie met andere bestaande en middels kavelbesluit vergunde windparken, te verwachten zijn. Deze cumulatieve effecten zijn te verwachten voor de visserij en in mindere mate voor archeologie, OO en recreatievaart. De cumulatieve effecten op de elektriciteitsopbrengst van bestaande windparken worden in hoofdstuk 11 onderzocht.

Visserij

Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. Naar verwachting is rond 2030 het ruimtebeslag van de windparken op de Noordzee (met een gezamenlijk vermogen van circa 21 gigawatt (GW)) in totaal circa 4,5% (circa 2.600 km²).¹³⁶ Het gebied dat daardoor verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatieve sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Omdat de demersale visserij doorgaans gebruik maakt van kleinere schepen, die minder ver en lang op zee kunnen uitvaren, zal de cumulatieve gebiedssluiting door windparken op het NCP daar meer effect op hebben dan op de pelagische visserij. Bij de locatiekeuze van toekomstige windenergiegebieden worden naar verwachting doorvaartpassages gerealiseerd. Visserijsschepen tot 46 meter mogen hier van gebruik maken waarmee de noodzaak tot omvaren beperkt wordt.

Het toekomstige cumulatieve effect van deze gebiedssluiting voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. De mogelijkheid dat er in de toekomst meer natuurgebieden worden gesloten voor de visserij, en de mogelijke sluiting van Britse wateren na 2025, vergroten dit effect. Het relatieve belang van de visgronden binnen de geplande windenergiegebieden op het NCP zal voor de Nederlandse demersale visserij dan ook toenemen naarmate andere gebieden worden afgesloten en uitwijkmogelijkheden voor de visserij verder worden beperkt.

Archeologie en ontplofbare oorlogsresten (OO)

Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologische resten worden aangetast of gevonden, of dat OO worden getroffen. De realisatie van de kavels binnen windenergiegebied Nederwiek vergroot deze kans, al zijn er goede mitigerende maatregelen voor beschikbaar.

Recreatievaart

Voor de recreatievaart zijn de cumulatieve effecten beperkt, omdat deze tot 24 meter wordt toegelaten binnen bepaalde windparken (Prinses Amalia Windpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee) en er in sommige andere windparken, waaronder kavel I van Nederwiek (zuid) passagemogelijkheden zijn. Daarbij maakt de recreatievaart met name gebruik van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, waardoor gebiedssluitingen verder op zee een beperkt effect hebben.

10.18 Mitigerende maatregelen

Visserij

Een mogelijke maatregel die de effecten voor de visserijsector kan verzachten is de mogelijkheid voor passieve visserij binnen toekomstige windparken. Echter, onderzoeken laten vooralsnog zien dat voor de betrokken partijen in zijn geheel, de baten momenteel niet op lijken te wegen tegen de kosten.

Luchtvaart

Om de effecten op helikoptertransport (door overlap met HTZ K13-A) zo veel mogelijk te beperken, dienen er goede afspraken gemaakt te worden met de bevoegde autoriteiten. De Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Klimaat en Groene Groei hebben voor platform K13-A een proefproject

¹³⁶ <https://windopzee.nl/onderwerpen/wind-zee/hoeveel-ruimte/>

opgestart voor een innovatieve, ruimtebesparende en veilige manier van vliegen – Point in Space (PinS)¹³⁷.

Door Anteagroup is een onderzoek uitgevoerd voor SAR ver op zee. Hierin wordt geconcludeerd, op basis van adviezen, dat er mogelijkheden zijn voor het vergroten en optimaler inzetten van de reddingsacties ver op zee. Zo kan er bij de inrichting van het windpark rekening worden gehouden met de realisatie van SAR-corridors binnen het windpark. Hierdoor kunnen de effecten grotendeels gemitigeerd worden, maar niet voldoende voor een onderscheidende effectbeoordeling.

Scheeps-, wal- en luchtradar en overige meetapparatuur

Voor de negatieve effecten op overige meetapparatuur op platforms op zee, met name de LiDAR, kan deze worden verplaatst naar een ander platform. Bij de verplaatsing kan er gekozen worden voor een locatie waarbij de metingen (bijna) niet worden beïnvloed door windparken. Zo kan deze verplaatst worden aan de rand van Nederwiek (zuid) om een deel van de wind “goed” te kunnen meten. Hiervoor moet er wel een geschikte locatie zijn om de LiDAR te plaatsen, bijvoorbeeld een ander platform op zee.

Ontploffbare oorlogsresten (OO) en archeologie

Ten aanzien van OO is geofysisch (bathymetrisch) onderzoek nodig om de veiligheid te garanderen. De locatie van een windturbine en de ligging van pakbekabeling kan hier vervolgens op worden aangepast (micro-siting). Als dat niet mogelijk is moet het explosief worden geruimd. Zie voor de aanbevelingen het uitgevoerde bureauonderzoek van REASEuro. Ten aanzien van archeologische waarden kan aantasting ook voorkomen worden door micro-siting of het archeologisch object te ruimen. De negatieve effecten kunnen hiermee volledig gemitigeerd worden waardoor de effectbeoordeling neutraal wordt (effectbeoordeling: 0).

Cultuurhistorie en archeologie

Indien er tijdens de aanleg van het windpark (mogelijk) archeologische waarden worden aangetroffen, dan moet dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de archeologische resten zo goed mogelijk kunnen worden behouden.

Bestaande windparken

Windafvangeffecten tussen windparken kunnen niet worden gemitigeerd.

10.19 Leemten in kennis

Het is nog niet volledig bekend hoe de luchtveerkeersveiligheid van het helikopterverkeer van en naar het helikopterlandingsplatform op de TenneT platforms binnen Nederwiek onderzocht of gewaarborgd worden. Het uitgangspunt is dat de hiervoor vrij gehouden ruimte, die in overeenstemming met TenneT is vastgesteld, voldoende is.

Buiten de reeds genoemde onderwerpen waarop nader onderzoek plaatsvindt, zijn er voor het milieuaspect overige gebruiksfuncties geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving in dit MER.

¹³⁷ Kamerbrief 21 november 2024 (33 561)

11 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

11.1 Inleiding

De reden voor het bouwen van windparken op zee is de hernieuwbare elektriciteit die zij opwekken en de uitstoot van broeikasgassen die daardoor vermeden worden. Hoe hoger de elektriciteits-opbrengst, hoe beter. In tegenstelling tot de meeste andere hoofdstukken, is het onderzochte milieueffect in dit hoofdstuk dan ook positief van aard.

De hoeveelheid vermeden emissies houdt direct verband met de hoeveelheid opgewekte elektriciteit van een windpark. Hoe meer hernieuwbare elektriciteit een windpark opwekt, hoe minder niet-hernieuwbare elektriciteit door conventionele (fossiele) energiecentrales opgewekt hoeft te worden. En, hoe minder elektriciteit deze energiecentrales opwekken, hoe minder schadelijke (broeikasgas) emissies zij uitstoten.

De belangrijkste beperkende factor in de elektriciteitsopbrengst van windparken op zee is de maximale capaciteit van de aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet. Deze bepaalt immers hoeveel van de opgewekte elektriciteit er daadwerkelijk getransporteerd en gebruikt kan worden. Voor de kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid) is de aansluitcapaciteit vastgesteld op maximaal 2,3 gigawatt (GW).

Daarnaast is de elektriciteitsopbrengst afhankelijk van het aantal turbines en hun maximale vermogen, het windklimaat, maar ook de opstelling en onderlinge tussenafstand van de turbines. Wanneer veel turbines erg dicht op elkaar staan, zorgt dit bijvoorbeeld voor een hogere “windafvang”. Windturbines die verderop in de wind staan, kunnen daardoor minder elektriciteit opwekken.

Ondanks de complexe samenhang tussen deze verschillende factoren, kan er nog vóór de bouw van een windpark op zee een goede indicatie van de elektriciteitsopbrengst, en de daardoor vermeden emissies, worden gegeven.

Voor dit MER zijn er opbrengstberekeningen voor twee situaties uitgevoerd. De eerste doorgerekende situatie betreft de huidige situatie inclusief een windpark in kavel I, de tweede betreft een cumulatiesituatie waarbij additioneel nabijgelegen windparken zijn meegenomen waarover nog geen definitief besluit is genomen.

Hierna wordt voor kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) beschreven voor welke alternatieven er is gekozen binnen de bandbreedte, volgens welk beoordelingskader de alternatieven onderzocht worden, en ten opzichte van welk nulalternatief de beoordeling plaatsvindt. Tevens wordt benodigde energie voor het realiseren van windenergie beschreven en wordt de circulariteit van wind op zee op hoofdlijnen behandeld. Vervolgens worden de effecten beschreven en beoordeeld, en wordt stilgestaan bij cumulatieve effecten en eventuele mitigerende maatregelen en leemten in kennis.

11.2 Te beschouwen bandbreedte en alternatieven

De fysieke omvang van een windpark bepaalt voor een belangrijk deel de negatieve milieueffecten die door het windpark optreden. In de te beschouwen bandbreedte voor dit MER staan dan ook met name onderwerpen die hierop betrekking hebben, zoals het maximaal aantal turbines per kavel of de maximale rotordiameter. Hoewel deze onderwerpen ook invloed hebben op de elektriciteitsopbrengst, hangt deze met name af van het totaal opgesteld vermogen van ca. 2 GW in kavel I.

In eerdere MER's is gebleken dat voor de elektriciteitsopbrengst het verschil of 2 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (134 x 15 MW = 2.000 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (100 x 20 MW = 2.000 MW), beperkt is. De effectbeoordeling is dan ook gelijk voor beide alternatieven. In dit hoofdstuk zal daarom slechts één turbinevermogen (15 MW) worden onderzocht, met drie mogelijke turbine aantallen (134, 140 of 153). De kenmerken van de alternatieven staan in Tabel 11.1 en zijn gebruikt als invoer voor het rekenmodel van de opbrengstberekening.

Voor het alternatief 'geen overplanting' (134 windturbines van 15 MW) is er gekozen voor een alternatief met het maximaal mogelijke aantal turbines met een nominaal vermogen van 15 MW per turbine. Op het moment van schrijven is er nog vrijwel geen praktijkervaring of gebruiksdata van 15 MW turbines. Daarom is er in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de International Energy Agency (IEA) zijn opgesteld voor een 15 MW referentie(onderzoeks-)turbine met een rotordiameter van 240 meter en een ashoogte van 150 meter (Offshore reference-15.000 IEA). Daarnaast zijn twee overplanting scenario's berekent (5% en 15%).

Tabel 11.1 Onderzochte alternatieven voor elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies voorkavel I Nederwiek (zuid).

Aantal turbines	Maximaal 140	134	140	153
Windturbintype (referentie)	n.v.t.	Offshore 15.000 reference (IEA)	Offshore 15.000 reference (IEA)	Offshore 15.000 reference (IEA)
Nominaal vermogen van windturbine	Minimaal 15 MW	15 MW	15 MW	15 MW
Rotordiameter	236 – 280 m	240 m	240 m	240 m
Tiplaagte	Minimaal 25 m	30 m	30 m	30 m
Tiphoogte	Maximaal 305 m	270 m	270 m	270 m
Ashoogte	n.v.t.	150 m	150 m	150 m

De gekozen referentieturbine, met een nominaal vermogen van 15 MW en een rotordiameter van 240 meter heeft een vermogensdichtheid van ca. 330 tot 340 W/m². Een 20 MW turbine met een vergelijkbare vermogensdichtheid zal dan een rotordiameter van circa 274 tot 278 meter hebben.

11.3 Beoordelingskader

De beoordelingscriteria die gebruikt worden om de effecten op de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies te beoordelen staan in Tabel 11.2 en zijn kwantitatief van aard.

Tabel 11.2 Overzicht deelaspecten en beoordelingscriteria voor Elektriciteitsopbrengst en Vermeden emissies

Deelaspecten	Beoordelingscriteria
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst [MWh per jaar]
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie [ton per jaar]
	SO ₂ -emissie reductie [ton per jaar]
	NO _x -emissie reductie [ton per jaar]

11.4 Berekende situaties

Een windpark in kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) kan door ‘windafvang’ negatieve effecten hebben op de opbrengst van andere windparken op zee. Op diezelfde wijze kan een windpark in kavel I dit ook ondervinden van andere parken. Het wel of niet meenemen van deze windparken in de opbrengstberekeringen kan de berekende elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies beïnvloeden.

In de berekeningen wordt daarom rekening gehouden met twee scenario's namelijk een nulscenario en een cumulatiescenario. De situatie in het nulscenario omvat alle windparken die gerealiseerd of in aanbouw zijn, of waarvoor een definitief kavelbesluit is genomen. Omdat het effect van windparken die verder liggen dan 50 kilometer minimaal is, worden die niet in de berekening meegenomen.

De cumulatiesituatie omvat alle windparken uit de Routekaart 2030¹³⁸ en de ontwikkelingen in het buitenland. Ook voor de cumulatiesituatie geldt dat windparken verder dan 50 kilometer niet zijn meegenomen.

In het nulscenario zijn, naast het windpark in kavel I van Nederwiek (zuid), windparken in de volgende gebieden meegenomen (zie Figuur 11.1 en Tabel 11.3):

- het noordelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust West met een opgesteld vermogen van 1,52 GW (Hollandse Kust West kavel VI – VII)
- windenergiegebied IJmuiden Ver (kavels Alpha, Beta en Gamma) met een opgesteld vermogen van 6 GW
- en de Engelse windenergiegebieden Wind Farm East Anglia 3 (1,4 GW), Norfolk Boreas (1,8 GW), Norfolk Vanguard East (1,8 GW) en Norfolk Vanguard West (1,8 GW).

In de cumulatiesituatie zijn, naast de windparken uit de huidige situatie, ook de windparken in de volgende windenergiegebieden meegenomen (zie Figuur 11.1 en Tabel 11.3):

¹³⁸ Windenergiegebied Lage Lander wordt niet meegenomen in de elektriciteitsopbrengstberekeringen ondanks dat deze binnen 50 km van Nederwiek (zuid) ligt. In het PNZ 2022-2027 zijn Lagelander, Doordewind en Nederwiek samen met het zuidelijk deel van Hollandse Kust West en IJmuiden ver (noord) aangewezen/herbevestigd als windenergiegebied. Hierbij is de voorwaarde gesteld dat in deze gebieden niet meer dan 10,7 GW tot en met 2031 is te realiseren, en dat voor de mogelijk resterende ruimte in de periode daarna een heroverweging nodig is. Lagelander is een terugvaloptie als windenergiegebied (zie: <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-dcb1d882dd665c47368f2fa6eb9726a8469632da/pdf>)

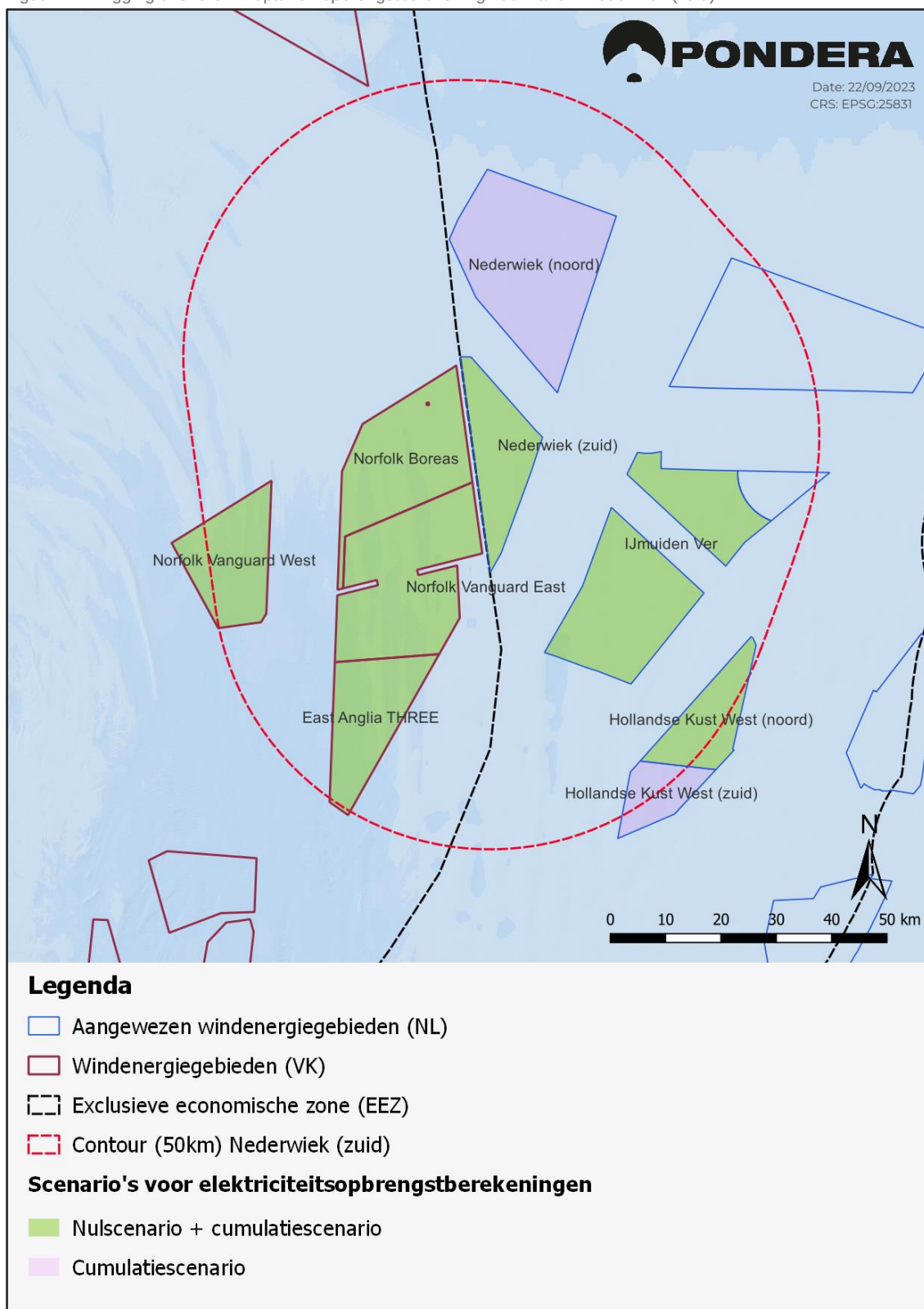
- een kavel binnen het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust West met een opgesteld vermogen van 760 MW (Hollandse Kust West kavel VIII),
- De kavels binnen windenergiegebied Nederwiek (noord) met een gezamenlijk opgesteld vermogen van 4 GW, en

In Tabel 11.3 is aangegeven welke windparken in de opbrengstberekeningen zijn meegenomen voor de huidige situatie (nulscenario), inclusief een windpark in kavel I Nederwiek (zuid). Ook is er aangegeven welke windparken er daarnaast zijn meegenomen in de opbrengstberekening van de cumulatiesituatie (cumulatiescenario). Cumulatie wordt verder beschreven in paragraaf 11.7.

Tabel 11.3 Kavels van windenergiegebieden op zee die onderdeel zijn van het nulscenario of het cumulatiescenario voor de studie gericht op kavel I.

Nederwiek Zuid	NL	2,3 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Wind Farm East Anglia 3	GB	1,4 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Hollandse Kust West kavel VI - VII	NL	1,52 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Norfolk Boreas	GB	1,8 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
IJmuiden Ver kavel Alpha + Beta + Gamma	NL	6 GW	Nulscenario + _cumulatiescenario
Norfolk Vanguard East	GB	1,8 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Norfolk Vanguard West	GB	1,8 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Hollandse Kust West kavel VIII	NL	0,76 GW	Cumulatiescenario
Nederwiek Noord	NL	4 GW	Cumulatiescenario

Figuur 11.1 Ligging offshore windparken opbrengstberekening voor kavel I Nederwiek (zuid).



11.5 Effectbeschrijving

Het vermogen van een windturbine wordt uitgedrukt in megawatt (MW). De netto elektriciteitsopbrengst van een windturbine wordt uitgedrukt in MWh of kWh en hangt hoofdzakelijk af van een aantal factoren:

- De locatie van de turbine (op open zee waait het harder dan op land);
- Het rotoroppervlak (hoe langer de bladen, des te groter het rotoroppervlak en hoe meer wind wordt omgezet in elektriciteit);
- Oriëntatie van de opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting (zuidwesten) en onderlinge afstand tussen de windturbines bepalen de mate waarin de ene windturbine wind afvangt voor de andere (zogeffect);
- De hoogte van de windturbine (op grotere hoogte waait het harder en is de windstroom minder turbulent).

De afstand tussen de turbines en de oriëntatie van het windpark zijn bepalende factoren voor de 'windafvang'. Dit zogenaamde zogeffect (of wake-effect) is het effect waarbij het windveld van een turbine wordt verstoord door de aanwezigheid van andere turbines. Door zogeffecten neemt de opbrengst van een windpark af. Zogeffecten worden kleiner naarmate de afstand tussen windturbines groter wordt. De te verwachten energieopbrengst is tevens afhankelijk van de bedrijfszekerheid van de windturbines en hangt mede af van weersomstandigheden en het seizoen (het windklimaat).

11.5.1 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Om de vergelijking tussen hernieuwbare en conventionele (fossiele) energiebronnen te maken voor wat betreft reductie van emissies, wordt de substitutiemethode van RVO gebruikt zoals beschreven in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie – Herziening 2022¹³⁹. Met deze methode wordt elke bijdrage van een hernieuwbare energiebron teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de te vervangen conventionele energiebron. Dit is het vermeden verbruik van fossiele primaire energie.

Deze substitutiemethode maakt het mogelijk de verschillende energiebronnen (warmte, elektriciteit en gas) op gelijke basis met elkaar te vergelijken en sluit aan bij de gedachte dat het verbruik van hernieuwbare energie vooral als gewenst wordt gezien vanwege het vermijden van het verbruik van fossiele primaire energie en de gerelateerde broeikasgasemissies. De reductie van CO₂, NO_x en SO₂ wordt bepaald aan de hand van de elektriciteitsopbrengst en emissiefactoren per hoeveelheid geproduceerde energie. De in dit hoofdstuk gebruikte kentallen en toelichting zijn weergegeven in Tabel 11.4.

¹³⁹ Het Protocol Hernieuwbare Energie – herziening 2022 is te vinden via: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/beleid-duurzame-energie/protocol-monitoring>

Tabel 11.4 Kentallen substitutiemethode vermeden emissies

Elektriciteitsverbruik per woning	2.730 kWh per jaar	Woning is gedefinieerd als BAG-object met woonfunctie. (CBS, referentiejaar 2021).
Rendement elektriciteitscentrales	44,9 %	Elektrisch rendement op primaire fossiele energie (Lower Heating Value). (CBS, referentiejaar 2021).
Emissiefactor CO ₂	64,0 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor NO _x	0,03 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor SO ₂	0,02 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).

In Tabel 11.5 zijn de elektriciteitsopbrengsten voor twee alternatieven van kavel I Nederwiek (zuid) weergegeven voor het nulscenario. Ook de emissiereducties van CO₂, NO_x en SO₂ zijn berekend en uitgedrukt in ton per jaar. De energieopbrengstwaarden zijn berekend met het rekenmodel WindPro en zijn hier nadrukkelijk ter indicatie opgenomen, aangezien de opbrengst afhankelijk is van het daadwerkelijk te bouwen windturbinetype en de uitgangspunten zoals parkeffecten en windsnelheid.

Bij de bepaling van de energieopbrengst wordt onderscheid gemaakt tussen bruto-, park- en netto energieopbrengst. De bruto energieopbrengst is de opbrengst zonder (omgevings-gerelateerde) opbrengstverliezen. De park energieopbrengst neemt alleen de verliezen door zogeffecten mee. Naast zogeffecten leiden andere factoren ook tot opbrengstverliezen. Op basis van expert judgement zijn verliespercentages ingeschat. Dit zijn schattingen op basis van ervaring bij andere windparken. De netto energieopbrengst houdt rekening met deze verliespercentages.

Tabel 11.5 Elektriciteitsopbrengsten voor kavel I Nederwiek (zuid) en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke turbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder) voor de opstellingen met

134 x 15 MW (geen overplanting), 140 x 15 MW (5 %-overplanting) en 153 x 15 MW (15 %-overplanting) in het nulsce­na­rio.

Onderwerp	Alternatieven		
	Alternatief 134 x 15 MW	Alternatief 140 x 15 MW	Alternatief 153 x 15 MW
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte [m/s]	10,35	10,35	10,35
Bruto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	11.210.650	11.713.191	12.800.626
Zogverlies [%]	15	16	16
Park elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	9.527.752	9.893.213	10.690.147
Beschikbaarheidsverliezen [%]	5,2	5,2	5,2
Prestatieverliezen [%]	2,0	2,0	2,0
Elektraverliezen [%]	3,6	3,6	3,6
Omgevingsverliezen [%]	2,5	2,5	2,5
Curtailement-verliezen [%]	0	0	0
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst ¹⁴⁰ [%]			
Netto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	26	26	27
Netto elektriciteitsopbrengst [GJ/jaar]	8.323.013	8.642.264	9.338.428
CO ₂ -reductie [ton/jaar]	29.962.847	31.112.150	33.618.341
NO _x -reductie [ton/jaar]	1.917.622	1.991.178	2.151.574
SO ₂ -reductie [ton/jaar]	899	933	1009

11.5.2 Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering

Het bouwen, onderhouden en verwijderen van een windpark kost energie en heeft daarmee een impact op het milieu. Al binnen één jaar tijd heeft een windpark méér energie opgewekt dan er wordt gebruikt in zijn hele levenscyclus. Deze energetische terugverdientijd van windturbines en windparken wordt al een ruime tijd door verschillende (wetenschappelijke) bronnen bevestigd.^{141,142,143}

Ter indicatie, Siemens Gamesa Renewable Energy heeft voor offshore windpark met 8 MW turbines een levenscyclusbeoordeling (Life Cycle Assessment – LCA) uitgevoerd volgens internationale standaarden.¹⁴⁴

¹⁴⁰ Het totale verliespercentage is niet gelijk aan de som, maar aan het product van individuele verliezen. Dit komt doordat de verliezen onderling afhankelijk zijn. Het totale verliespercentage wordt gevonden met de volgende formule: Totale verliezen = 1-(1-P1)*(1-P2)*...*(1-Px) met Px = individueel opbrengstverlies X uitgedrukt in %.

¹⁴¹ Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf>

¹⁴² Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf>

¹⁴³ Banou, A., Laurent, A., & Olsen, S. I. (2016). Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application. Applied Energy, 180, 327-337. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.058>

¹⁴⁴ Simens Gamesa Renewable Energy, A clean energy solution – from cradle to grave, Environmental Product Declaration SG 8.0-167 DD.

Daarbij wordt bekeken welke energie en materialen er gedurende de hele levenscyclus van het windpark nodig zijn en welke milieu-impact die hebben. Daaruit blijkt een energetische terugverdientijd van circa 7 maanden. Tijdens de hele levenscyclus produceert het windpark ruim 40 keer meer energie dan het gebruikt. Zolang in de levenscyclus ook fossiele brandstoffen worden gebruikt heeft windenergie een kleine, indirecte CO₂ uitstoot.

De CO₂-uitstoot over de hele levenscyclus van het hierboven beschreven windpark bedraagt 6 gram per kWh (gCO₂eq/kWh). Voor kolencentrales ligt dit circa tussen de 700 en 1.700 gCO₂eq/kWh, en voor gascentrales tussen de 300 en 900 gCO₂eq/kWh.¹⁴⁵ Van de totale milieu-impact van het hierboven beschreven windpark, uitgedrukt in gram CO₂-equivalent per kWh, is 71% afkomstig van het winnen van grondstoffen en de verwerking ervan tot de juiste materialen, met name staalproductie (44%). Het bouwen van de componenten heeft hierin een bijdrage van 6%, en de installatie en exploitatie 23%. De ontmanteling van het windpark kan deze milieu-impact met bijna 20% reduceren wanneer de gebruikte materialen gerecycled worden. Voor een verdere reductie zijn afspraken tussen alle partijen in de waardeketen nodig.

11.5.3 Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg 15% in 2022; een groei van 2 procentpunt (%-punt) ten opzichte van de 13 %-punt in 2021¹⁴⁶. De Rijksoverheid wil het percentage duurzame energie laten groeien. De Rijksoverheid heeft zich in het Klimaatakkoord tot doel gesteld dat het aandeel hernieuwbare elektriciteit in de totale elektriciteitsproductie 70% is.

Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan een duurzame energieproductie is uitgegaan van het verbruik in 2022 (bron: StatLine¹⁴⁷). Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 2.058 PJ (waarvan ca. 18,2 % elektriciteit). Dit is gelijk aan 572 TWh en wordt ook wel het totaal bruto energetisch eindverbruik genoemd. Kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) levert met een energieproductie van 8.323 GWh (in het geval van de 134 x 15 MW turbineopstelling) een extra bijdrage van 1,45 %-punt aan een duurzame energieproductie (t.o.v. van 2022). Deze productie komt overeen met het elektriciteitsverbruik van respectievelijk circa 3.040.000 huishoudens¹⁴⁸.

11.5.4 Circulariteit wind op zee

Circulariteit richt zich op efficiëntere omgang met grondstoffen, materialen, producten en afval. Daardoor is circulariteit van groot belang voor offshore windparken. De constructie van een offshore windpark is een complex en kostbaar proces, waardoor het essentieel is om materialen en grondstoffen zo efficiënt mogelijk te gebruiken. Door de principes van circulaire economie toe te passen, kunnen offshore windparken duurzamer worden ontwikkeld en kan de impact op het milieu worden verminderd.

¹⁴⁵ IPCC 2014, Chapter 7 – Energy Systems. Bron: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf Geraadpleegd 10-08-2022.

¹⁴⁶ Hernieuwbare energie in Nederland 2021. Bron: CBS, 4 september 2023, <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2023/hernieuwbare-energie-in-nederland-2022/samenvatting>. Geraadpleegd 22-09-2023.

¹⁴⁷ StatLine, OpenData.CBS.nl. Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik. Gewijzigd op: 15 juni 2023. URL: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/8314ONED/table?ts=1695386745215>, geraadpleegd op 22-09-2023.

¹⁴⁸ Dit is niet hetzelfde als dat de elektriciteit ook daadwerkelijk naar zoveel huishoudens toegaat en wordt gebruikt door huishouders. Dit geeft een indicatie van de omvang van de opwek, maar de elektriciteit zal het openbare elektriciteitsnetwerk voeden en worden afgenomen door in potentie alle elektriciteitsgebruikers die op het openbare elektriciteitsnetwerk zijn aangesloten.

Circulariteit heeft geen direct lokaal milieu of omgevingseffect ten aanzien van de projectlocatie. Het is een overkoepelend begrip voor het sluiten van kringlopen en ketens waardoor de impact op het milieu vermindert. Circulariteit sluit aan bij maatschappelijke discussies, bij beleid en bij de werkwijze van bedrijven. Vandaar dat het begrip circulariteit ook wordt gebruikt in de milieueffectrapportage. Als een overheid eigen circulariteitsbeleid heeft, dan vraagt de Commissie voor de milieueffectrapportage om minimaal te beschrijven in hoeverre het project bijdraagt aan de doelen van dat beleid¹⁴⁹.

EU-beleid

In 2020 publiceerde de Europese Commissie het 'Circulaire economie actieplan voor een schoner en concurrerender Europa'. Dit plan werd in het kader van de Green Deal gepresenteerd. Het actieplan stelt als doel dat duurzame producten de norm worden in Europa en zet in op het voorkomen van afval en hergebruik van producten.

Beleid Rijksoverheid

Nederland heeft ten aanzien van dit thema het Rijksbrede programma 'Nederland circulair in 2050' opgesteld met doelstellingen en beleidslijnen. In het Rijksbrede programma Nederland Circulair 2050 uit 2016 is de focus gelegd op vijf prioritaire sectoren en grondstoffenketens: biomassa en voedsel, kunststoffen, maakindustrie, bouw en consumptiegoederen¹⁵⁰. Deze ketens zijn om meerdere redenen gekozen: vanuit het belang van de Nederlandse economie, vanwege de grote milieudruk, omdat er binnen al veel maatschappelijke energie bestaat voor de transitie naar een circulaire economie en omdat ze aansluiten bij de prioriteiten van de Europese Commissie.

In de aanloop naar het Nationaal Programma Circulaire Economie (2023-2030) hebben de transitieteams binnen deze prioritaire ketens productgroepen geselecteerd met de sterkste effecten op het gebied van klimaatverandering, milieuvervuiling, biodiversiteitsverlies en leveringsrisico's. Ze hebben voor deze prioritaire productgroepen adviesroute kaarten uitgewerkt, met daarin doelen per productgroep én routes om deze doelen te realiseren. Door de focus te leggen op een aantal productgroepen is de verwachting dat er sneller meer impact gemaakt kan worden en duidelijker richting gegeven kan worden naar een circulaire economie. Circulaire windparken is als een van de prioritaire productgroepen aangedragen.

Het effectdoel voor de productgroep Circulaire windparken is identiek aan het effectdoel van de gehele maakindustrie, dat wil zeggen een bijdrage aan 2,2 Mton CO₂-reductie en een bijdrage aan het verbeteren van de leveringszekerheid van de maakindustrie.

De circulariteitsdoelen hangen samen met de belangrijkste ontwikkelingen in de maakindustrie en met dat internationale karakter van de sector. Deze doelen zijn:

- 100 procent secundair gebruik van windturbine-materialen in 2050
- Verplichte toepassing van gerecyclede materialen in een windturbine
- Verminderen 'virgin' materialen

Deze circulariteitsdoelen hangen samen met het behalen van de volgende prestaties:

- Circulaire windparken als prioritair thema benoemd krijgen in de nieuwe Ecodesign-richtlijn
- Circulaire tender criteria
- 100 procent traceerbaarheid van materialen in waardeketens in 2030

¹⁴⁹ <https://www.commissiemer.nl/actueel/nieuws/circulariteit-en-milieueffectrapportage>

¹⁵⁰ <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-a6ce8220-07e8-4b64-9f3d-e69bb4ed2f9c/pdf>

- Samenhangend onderzoeksprogramma opzetten
- Inkoop circulaire windparken op land versnellen
- De afweging tussen circulariteit van materialen en CO₂-reductie is helder
- Harmonisatie van (althans een deel van) het beleid inzake windenergie

Europees en nationaal beleid zal invloed gaan hebben op de ontwikkeling, exploitatie en ontmanteling van offshore windparken.

Technische stand van zaken

De eerste generatie windturbines raken nu aan het einde van hun levensduur en worden vervangen door moderne windturbines. Windturbines kunnen al voor 85% tot 90% worden hergebruikt. De onderdelen met de meeste massa van een windturbine - de fundering, toren en onderdelen van de versnellingsbak - zijn gemaakt van staal en/of beton en daarmee goed recyclebaar. In windturbines worden zeldzame metalen gebruikt in de constructie van de generator. Dit is specifiek het geval bij modellen met generatortypes welke zijn voorzien van permanente magneten. Deze magneten zijn opgebouwd uit diverse zeldzame metalen, waardoor een magneet ontstaat met uitzonderlijk sterke en duurzame magnetische eigenschappen. Recycling van permanente magneten is in de EU nog niet op schaal ontwikkeld vanwege een combinatie van regelgevende, financiële, toeleverings- en technologische beperkingen. Andere turbines zijn uitgerust met een elektromagnetisch geïnduceerd magneetveld (gebruikmakend van elektromagneten, gemaakt van koper en ijzer), deze zijn wel te recyclen. Windturbinebladen (de wieken) vormen ook een uitdaging. Windturbinebladen zijn gemaakt van composietmaterialen die de prestaties van de windturbine verbeteren door lichtere en langere bladen mogelijk te maken. De complexiteit van dit composietmateriaal vereist specifieke recyclingprocessen. Daarom is het heel belangrijk om al in de ontwerpfase van nieuwe bladen rekening te houden met de end-of-life fase van de windmolens. Dit is technisch al mogelijk door gebruik te maken van een combinatie van materialen die na afloop eenvoudiger te scheiden zijn. Bovendien heeft windturbinefabrikant Vestas in 2023 bekend gemaakt een proces te ontwikkelen om turbinebladen op epoxybasis te kunnen recyclen. Hiervoor is geen wijziging in het ontwerp of samenstelling van het bladmateriaal nodig. Oude turbinebladen op basis van epoxy worden zo de grondstof voor nieuwe turbinebladen.

Tenderprocedure

Windenergiegebied Nederwiek bestaat uit 3 kavels (I, II en III). Circulariteit worden bij alle kavels als rangschikkingscriteria opgenomen in de tenderfase. Op deze manier worden marktpartijen gestimuleerd om windparken een verantwoorde wijze te realiseren en exploiteren, en om de duurzame leveringszekerheid van grondstoffen te stimuleren. Circulariteit kan op dit moment nog niet als voorwaarde in de kavelbesluiten van Nederwiek worden opgenomen vanwege een ontoereikende wettelijke grondslag in de Wet windenergie op zee¹⁵¹. Het onderwerp circulariteit wordt om bovenstaande redenen niet verder behandeld in dit MER.

11.6 Effectbeoordeling

De overplantingsalternatieven met 140 x 15 MW en 153 x 15 MW windturbines geven een iets grotere elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie. De opbrengsten en vermeden emissies zijn logischerwijs groter voor een groter aantal turbines (153 > 140 > 134). Dit geeft echter geen verschil in de

¹⁵¹ Kamerbrief 4 november 2022. Vergunningverlening windenergie op zee IJmuiden Ver (4 GW)

effectbeoordeling. De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden voor de drie alternatieven zeer positief beoordeeld (effectbeoordeling: ++), zie Tabel 11.6.

Tabel 11.6 Overzicht effectbeoordeling elektriciteitsopbrengst en emissiereductie zonder mitigatie

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 134 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 140 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 153 x 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++	++	++
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie	++	++	++
	SO ₂ -emissie reductie	++	++	++
	NO _x -emissie reductie	++	++	++

11.7 Cumulatie

Bij de verdere invulling van windenergiegebieden op de Nederlandse en Britse Noordzee zal de productie van duurzame energie verder toenemen. In cumulatie treden dan ook meer positieve effecten op ten aanzien van de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies.

Echter, door de toename aan windparken in elkaars nabijheid nemen onderlinge zogeffecten toe. Hierdoor kunnen de elektriciteitsopbrengst, en daarmee de positieve effecten, verminderen. Om deze effecten te kunnen duiden is er een tweede opbrengstberekening uitgevoerd. Die berekening gaat niet uit van de huidige situatie, maar van de cumulatiesituatie. In Tabel 11.3 is voor kavel I opgenomen welke Nederlandse en Britse windparken onder dit scenario vallen.

De resultaten voor het cumulatiescenario zijn voor kavel I weergegeven in Tabel 11.7. Ten opzichte van het nulscenario (zie Tabel 11.5) is er een toename in zogverlies te zien. Door de toename van die zogeffecten is ook de elektriciteitsopbrengst en hoeveelheid vermeden emissies kleiner. De zogverliezen zijn met 5,0%-punt toegenomen van 15 tot 20 % (voor de opstelling met 134 turbines), en de netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 5,6% van 8.323 GWh/j tot 7.859 GWh/j. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 5,6%.

Tabel 11.7 Elektriciteitsopbrengsten voor kavel I Nederwiek (zuid) en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke turbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder) voor de opstelling met 134 x 15 MW, 140 x 15 MW en 153 x 15 MW turbines in het cumulatiescenario.

Onderwerp	Cumulatiescenario		
	Alternatief 134 x 15 MW (geen overplanting)	Alternatief 140 x 15 MW (5 %-overplanting)	Alternatief 153 x 15 MW (15 %-overplanting)
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte [m/s]	10,35	10,35	10,35
Bruto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	11.210.650	11.713.192	12.800.626
Zogverlies [%]	20	20	21
Park elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	8.997.542	9.332.753	10.056.251
Beschikbaarheidsverliezen [%]	5,2	5,2	5,2
Prestatieverliezen [%]	2,0	2,0	2,0
Elektraverliezen [%]	3,6	3,6	3,6
Omgevingsverliezen [%]	2,5	2,5	2,5
Curtailement-verliezen [%]	0	0	0
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst ¹⁵² [%]	30	30	31
Netto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	7.859.846	8.152.670	8.784.686
Netto elektriciteitsopbrengst [GJ/jaar]	28.295.444	29.349.612	31.624.868
CO ₂ -reductie [ton/jaar]	1.810.908	1.878.375	2.023.992
NO _x -reductie [ton/jaar]	849	880	949
SO ₂ -reductie [ton/jaar]	566	587	632

Onzekerheid berekening zogverliezen

Voor de berekening van de zogverliezen is gebruikt gemaakt van de beschikbare wake-modellen binnen WindPro. Deze zijn met name geschikt voor het modelleren van zogverlies (wakes) binnen kleinere windparken, en minder geschikt voor de cumulatieve opbrengstberekening zoals hierboven. Hoewel deze modellen zich blijven verbeteren, neemt de complexiteit van de berekeningen snel toe naarmate er een groter gebied wordt gemodelleerd waarin de opeenstapeling van wake-effecten minder goed kan worden gemodelleerd.

De praktijk leert dat de wake-verliezen in deze gevallen vaak worden onderschat, zowel in lengte van de wake als in intensiteit. De genoemde resultaten zijn gebaseerd op het PARK-2 model. Dit model is gevalideerd op basis van productiedata van bestaande windparken en heeft daardoor een empirische grondslag.

¹⁵² Het totale verliespercentage is niet gelijk aan de som, maar aan het product van individuele verliezen. Dit komt doordat de verliezen onderling afhankelijk zijn. Het totale verliespercentage wordt gevonden met de volgende formule: Totale verliezen = $1 - (1 - P_1) * (1 - P_2) * \dots * (1 - P_x)$ met P_x = individueel opbrengstverlies X uitgedrukt in %.

Binnen de windenergie-sector vindt veel en grootschalig onderzoek plaats om de offshore gebieden beter te kunnen modelleren en de onderliggende, vaak complexe, fysische processen beter te begrijpen. Dit toont aan dat er nog geen consensus bestaat welke methodiek het meest nauwkeurig en geschikt is. Voor het huidige MER is het doel om de verschillen aan te tonen tussen scenario's. De gebruikte modellen zijn hiervoor voldoende geschikt.

11.8 Mitigerende maatregelen

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent enkel positieve milieu effecten. Daarom bestaan er geen mitigerende maatregelen. Wel is het mogelijk dat mitigerende maatregelen ten behoeve van andere milieuaspecten leiden tot een lagere opbrengst, bijvoorbeeld door stilstandvoorzieningen. Naar verwachting is het effect van deze maatregelen op de elektriciteitsopbrengst echter gering in verhouding tot de totale opbrengst van het windpark.

11.9 Leemten in kennis

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent leemten in kennis. Naar verwachting geven de opbrengstberekeningen in dit hoofdstuk een goede indicatie van de werkelijk te behalen opbrengst. Met een windmeetcampagne kan een meer accurate benadering van het windklimaat worden gesimuleerd die leidt tot betrouwbaardere resultaten, echter deze is niet beschikbaar op het moment van schrijven. In opdracht van RVO RPS wordt in windenergiegebied IJmuiden Ver een meetcampagne uitgevoerd om meteorologische en oceanografische gegevens te leveren.¹⁵³ Ook zijn er momenteel geen gegevens van daadwerkelijk in productie zijnde 15 MW offshore turbines beschikbaar. Er is in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de IEA zijn opgesteld voor een fictieve, 15 MW onderzoeksturbine (Offshore reference-15.000 IEA). Het gebruik hiervan leidt naar verwachting niet tot significant andere resultaten.

¹⁵³ Rijksoverheid, offshore wind. IJmuiden Ver Offshore Wind and Water Site Assessment. Geraadpleegd 20 april 2023 via: <https://offshorewind.rvo.nl/cms/view/4c4cb8e3-a1c7-404f-917f-a2f6e0d8c803/wind-en-water-ijmuiden-ver>

12 Conclusies

12.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een conclusie van dit MER. In paragraaf 12.2 is kort het wettelijk kader aangegeven waaraan de bevindingen van de effectbeoordeling in de voorgaande hoofdstukken getoetst zijn. Paragraaf 12.3 geeft een overzicht van de milieubeoordeling. Paragraaf 12.4 gaat in op de cumulatie van effecten, en paragraaf 12.5 licht de effecten toe die landgrensoverschrijdend zijn. Paragraaf 12.6 geeft mogelijke mitigerende maatregelen weer. In paragraaf 12.7 is het voorkeursalternatief beschreven. Het voorkeursalternatief bestaat in dit MER uit een bandbreedte die gehanteerd wordt in het kavelbesluit inclusief te nemen mitigerende maatregelen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (12.8) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (12.9).

12.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels, vleermuizen en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. De toets die ingevolge de Omgevingswet dient te worden uitgevoerd, wordt conform de Wet windenergie op zee geïntegreerd in het kavelbesluit. Sinds de inwerkingtreding van de Omgevingswet heeft het bevoegd gezag voor de kavelbesluiten op grond van artikel 7 van de Wet windenergie op zee een bevoegdheid tot het afwijken van het verbod, bedoeld in artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder g, van de Omgevingswet in plaats van een vrijstellingsbevoegdheid. Ten behoeve van de toetsing aan de Omgevingswet voor de gebiedsbescherming is een Passende Beoordeling uitgevoerd (zie Bijlage 8). Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden. In onderstaande Kader 12.1 wordt ingegaan op het effect van stikstofdepositie door de aanleg, exploitatie en verwijdering van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid).

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse aspectenhoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld in het hoofdstuk onderwaterleven is de (KEC 4.0) normstelling beschreven om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen en zeehonden.

Kader 12.1 Stikstof

In de Passende Beoordeling is ook ingegaan op het effect van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg, exploitatie en verwijdering van een windpark. Hieronder volgt een korte samenvatting. De AERIUS-calculator kan de verspreiding van stikstofemissies door de lucht simuleren, en daarmee berekenen welke deposities hierdoor verwacht worden ter plaatse van stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden. De AERIUS-calculator (versie 2023) laat enkel resultaten zien op maximaal 25 km van de emissiebron. Dit is gedaan op basis van een kabinetsbesluit (kamerbrief 9 juli 2021 (kenmerk DGS / 21173346)), omdat effecten op grotere afstanden conform wetenschappelijke rapportages met de huidige rekeninzichten niet tot individuele projecten zijn toe te wijzen. Binnen deze afstand van 25 km van relevante emissiebronnen (buiten het heersende verkeersbeeld) zijn geen Natura 2000-gebieden gelegen waarbinnen stikstofgevoelige habitattypen zijn gelegen. Daarmee kan geconcludeerd worden dat er geen significant negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht tijdens de aanlegfase van kavel I Nederwiek (zuid).

Voor de exploitatiefase kan een depositie nagestreefd worden van 0,00 mol NO_x/ha/jaar.

Dat betekent concreet dat, binnen de kaders van de Omgevingswet, kavel I Nederwiek (zuid) op het gebied van stikstof uitvoerbaar is.

12.3 Effecten binnen de bandbreedte

In de voorgaande hoofdstukken zijn de alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie beschouwd en beoordeeld. In deze paragraaf worden de effecten binnen de alternatieven samengevat zonder uitvoering van mitigerende maatregelen voor kavel I Nederwiek (zuid). De alternatieven bestaan in dit MER uit de uitersten per aspect die binnen de bandbreedte mogelijk zijn. Het gaat er in dit MER niet om een keuze voor één van beide alternatieven te maken, maar om na te gaan wat de effecten zijn die kunnen optreden bij windparken die binnen de bandbreedte aangelegd worden.

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven voor kavel I Nederwiek (zuid) weer per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria. Hierbij is uitgegaan van een 7 puntenschaal (inclusief marginale effecten: 0/- en 0/+) zoals gehanteerd in de hoofdstukken met de effectbeschrijving en -beoordeling. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken. Omdat er in dit hoofdstuk een samenvatting van de effectbeoordeling van de voorgaande hoofdstukken wordt gegeven, is de omschrijving van de beoordelingscriteria vereenvoudigd.

In dit MER is een bandbreedte beoordeeld op milieueffecten. Voor zover mogelijk in het kader van het MER is onderzocht wat de maximale bandbreedte is, waarbinnen de effecten zich kunnen voordoen. In dit licht is per aspect onderzocht wat de worst-case en de best-case situatie is. Deze kunnen per aspect verschillend zijn.

12.3.1 Morfologie en hydrodynamica

Voor het aspect morfologie en hydrodynamica zijn twee basisalternatieven en vier overplantingsalternatieven onderzocht. De twee basisalternatieven zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodembegroeiing. Hieronder staan de twee basisalternatieven beschreven.

- Alternatief 1 (minste bodemberoering, **best-case**): een 15 MW-turbine op een tripod fundering met een doorsnede van 3 meter per poot. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.
- Alternatief 2 (meeste bodemberoering, **worst-case**): een 20 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter of op een suction bucket fundering met een doorsnede van 30 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming voor beide gevallen (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

Naast de basisalternatieven zijn er ook vier overplantingsalternatieven van 5 en 15 % beschouwd, zoals weergegeven in Tabel 12.1.

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard en daarmee niet van natuurlijke evenementen zoals stormen te onderscheiden. Dit resulteert in veel neutrale beoordelingen. De exploitatie brengt wel langdurige veranderingen met zich mee die vooral licht negatief (0/-) zijn beoordeeld. De veranderingen door Nederwiek, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity based fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee negatief (-).

De verwachte veranderingen ten gevolge van het windenergiegebied zijn hetzelfde voor de overplantings- als voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven leiden marginaal tot grotere effecten, met name voor overplanting van 15%. Deze toename van effecten voor de overplantingsalternatieven, vanwege een aantal extra turbines ten opzichte van de basisalternatieven met 100 à 134 turbines, is echter dusdanig klein dat de effecten zeer beperkt zijn. Dit heeft geleid tot eenzelfde effectenbeoordeling voor de overplantingsalternatieven als voor de basisalternatieven (Tabel 12.1).

Tabel 12.1 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Golven	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodenvormen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

12.3.2 Vogels en vleermuizen

De alternatieven 1a/b/c (134 tot 153 turbines x 15 MW) leiden tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan de alternatieven 2a/b/c (100 tot 115 turbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat de alternatieven 1a/b/c met meer en kleinere turbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 153) dan alternatieven 2a/b/c (naar schatting max. 115). Specifiek alternatief 2a is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat (Tabel 12.2).

Tabel 12.2 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase vogels						
Aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aanlegfase vleermuizen						
Aanleg funderingen	0	0	0	0	0	0
Toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfase vogels						
Lokale zeevogels						
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	-	-	-	-	-	-
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Habitatverlies	-	-	-	-	-	-
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000						
Aanvaringen	-	-	-	-	-	-
Barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels						
Aanvaringen	--	--	--	-	-	-
Barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitatverlies	0	0	0	0	0	0
Indirecte effecten	0	0	0	0	0	0

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW Ø 236 m	140 * 15 MW Ø 236 m	153 * 15 MW Ø 236 m	100 * 20 MW Ø 280 m	106 * 20 MW Ø 280 m	115 * 20 MW Ø 280 m
Gebruiksfasen vleermuizen						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
Verwijderingsfasen vogels						
- weghalen funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderingsfasen vleermuizen						
- weghalen funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

Voor dit MER is ook een passende beoordeling opgesteld. Daaruit blijkt het volgende:

- Effecten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies op **niet-broedvogels** uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel I Nederwiek (zuid) zijn niet uit te sluiten maar significante effecten zijn wel uit te sluiten.
- Significante negatieve effecten van kavel I Nederwiek (zuid) op de broedpopulaties van **kleine mantelmeeuwen** uit de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee zijn uit te sluiten. De additionele sterfte door het windpark in kavel I Nederwiek (zuid) is maximaal 0,09%, en dit valt onder de 1% natuurlijke mortaliteitsnorm. Er kan met zekerheid gesteld worden dat de additionele sterfte geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden.
- Effecten op enkele soorten trekvogels op seizoenstrek uit Natura 2000-gebieden als gevolg van aanvaringen zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten voor trekvogelsoorten.

12.3.3 Onderwaterleven

De effecten op benthos (bodemdieren) en vissen zijn klein van omvang en soms zelfs licht positief (zie Tabel 12.3). Voor benthos is een negatieve beoordeling gegeven voor habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg. De bodemfauna die op de locaties van bodemberoering aanwezig is, zal hierbij vernietigd worden. Het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden in het plangebied is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei, en zijn soorten die door OSPAR zijn aangemerkt als bedreigd en/of afnemend niet waargenomen in het plangebied. Dit geldt echter niet voor Sabellaria-banken, een kritisch OSPAR habitat waarvan het aannemelijk is dat deze in het plangebied aanwezig is. Deze rifvormende soort kan door het plaatsen van turbinefunderingen, erosiebescherming en kabels op deze plekken worden vernietigd. Echter in de huidige situatie zullen Sabellaria-banken zich door de bodemberoerende visserij beperkt ontwikkeld hebben. Door het mogelijk negatieve effect op Sabellaria-banken en op langlevende soorten wordt het effect van habitatdestructie negatief beoordeeld voor alle alternatieven.

Tabel 12.3 Effectbeoordeling benthos en vissen

Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0/-

Voor zeezoogdieren treden tijdens de aanleg van het windpark effecten op voor zowel bruinvissen als zeehonden vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten. Tijdens het heien kan het gedrag van zeezoogdieren in een relatief groot gebied een periode verstoord worden (dierverstoringsdagen). Herhaaldelijke blootstelling binnen een kleiner gebied van de geluidsbron zou tot aantasting van het gehoororgaan kunnen leiden, maar is door de realisatie van kavel I Nederwiek (zuid) onwaarschijnlijk. Uit geluidsberekeningen blijkt dat deze effecten bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB of 164 dB (SELSS op 750m (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)), zowel voor de populatie van bruinvissen als zeehonden niet leiden tot een verslechtering van de Staat van Instandhouding (SvI). Echter, bij de alternatieven 1a, b en c vindt voor bruinvissen wel een overschrijding plaats van het aantal dierverstoringsdagen zoals berekend in het KEC 4.0. Deze alternatieven scoren daarom negatiever in de effectbeoordeling. Ook zonder overschrijding van de KEC 4.0 waarde ontstaat er beperkte verstoring in het gedrag van zeezoogdieren. Dit effect wordt vooral groter naarmate er meer turbines geplaatst worden. Tijdens de exploitatie treedt er geen effect op door de aanwezigheid van schepen, turbines en hard substraat, en de afwezigheid van bodemberoerende visserij.

De effecten van het aantal dierverstoringsdagen en fysiek aangetaste dieren tijdens de verwijdering zijn niet apart onderzocht. De effecten worden beschouwd als gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanlegfase. Daarom zijn de effectscores (worst-case) van verwijdering gelijk aan de aanleg.

Tabel 12.4 Effectbeoordeling zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aanleg						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid):						
Bruinvissen	-	-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Exploitatie						
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0

Verwijdering						
Dierversoringsdagen (impulsief geluid):	Bruinvissen	-	-	-	0/-	0/-
	Gewone Zeehond	0/-	0/-	-	0/-	0/-
	Grijze Zeehond	0/-	-	-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren		0	0	0	0	0

12.3.4 Scheepvaartveiligheid

De totale aanvaring- en aandrijffrequentie voor kavel I Nederwiek (zuid) is 0,0387, wat neerkomt op één aanvaring of aandrijving per 26 jaar. Voor kavel I Nederwiek (zuid) is het verwachte aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving met een windturbine 0,007852. Dat cijfer gaat uit van een gondel en mast die op het dek van het schip vallen. Voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt dat, gelet op de verschillende verkeer routes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. De effectenbeoordeling van het thema scheepvaartveiligheid is weergegeven in Tabel 12.5.

Tabel 12.5 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaartbewegingen	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

12.3.5 Landschap

Voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt dat de windturbines theoretisch gezien niet zichtbaar zullen zijn vanaf de kust. De windturbines worden volledig van het zicht onttrokken door kimduiking. Andere eigenschappen van de windturbines dan de afmetingen, zoals kleur en materiaal zijn daarom niet relevant. Zichtbaarheid wordt als neutraal beoordeeld (zie Tabel 12.6).

Tabel 12.6 Effectbeoordeling landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

12.3.6 Overige gebruiksfuncties

De effectbeoordelingen voor de diverse inrichtingsalternatieven zijn niet onderscheidend. De meeste effecten op de overige gebruiksfuncties worden neutraal beoordeeld omdat ze gering van omvang zijn, of op voorhand uit te sluiten (zie Tabel 12.7). Voor de volgende onderwerpen zijn (licht) negatieve effecten te verwachten:

- Visserij
- Mijnbouw
- Luchtvaart, specifiek de interferentie van het helikopter verkeer
- Scheeps-, wal- en luchtvaartradar en overige meetapparatuur, specifiek de interferentie van meetapparatuur op en rondom platforms op zee
- Telecommunicatie

- Militaire activiteiten, specifiek de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten (OO)
- Cultuurhistorie en archeologie
- Bestaande windparken

Tabel 12.7 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties

Visserij	Beperkingen visserij	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	0/-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0
	Interferentie helikopterverkeer	-
	Interferentie Kustwacht	0/-
	Interferentie militaire luchtvaart	0
Zand- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar en overige meetapparatuur	Interferentie luchtvaartradar	0
	Interferentie wal- en scheepsvaartradar	0
	Interferentie meetapparatuur op en rondom platforms op zee	-
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0
Militaire activiteiten en OO	Interferentie militaire activiteiten	0
	Aanwezigheid ontplofbare oorlogsresten (OO)	-
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-

De effecten op de visserij als geheel worden als licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen, wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel.

Er is een licht negatief effect op de mijnbouw omdat de kavel overlapt met een gebied waar een opsporingsvergunning is aangevraagd. Tijdens de aanleg-, verwijdering- en onderhoudswerkzaamheden kunnen werkschepen tijdelijke hinder veroorzaken voor het transport naar mijnbouwplatform K13-A. Ook liggen er in de kavel een aantal verlaten boorgaten die gevolgen kunnen hebben voor de routing van de parkbekabeling en de selectie van turbineposities.

Het effect op helikopterverkeer is negatief beoordeeld vanwege overlap met HTZ K13-A en doordat helikopterroutes KY645 en KY646 de kavel kruisen. Ook het helikopterverkeer, dat wordt ingezet door de Kustwacht, wordt licht negatief beoordeeld omdat uit onderzoek blijkt dat effecten door windturbines op het

helikopterverkeer bij draaiende turbines en/of slecht weer niet uit te sluiten zijn, en dat er een verstorende werking optreedt op de goede werking van de radiocommunicatie van de Kustwacht.

De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld, door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden.

Tot slot is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van windenergiegebieden zowel in de Nederlandse EEZ als de EEZ van het Verenigd Koninkrijk. Een windpark in kavel I Nederwiek (zuid) zorgt dan voor windafvang op de omliggende windparken.

Ten aanzien van ontplofbare oorlogsresten (OO) is de beoordeling negatief vanwege de kans op aanwezigheid van OO waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen dienen te worden. Ook is er een negatief effect op de interferentie van meetapparatuur op het platform K13-A. Dit komt doordat een windpark in de kavel de windmetingen op platform K13-A in vrijwel alle richtingen verstoort.

12.3.7 Elektriciteitsopbrengst

In eerdere MER's is gebleken dat voor de elektriciteitsopbrengst het verschil of 2 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (134 x 15 MW = 2.000 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (100 x 20 MW = 2.000 MW), beperkt is. De effectbeoordeling is dan ook gelijk voor beide alternatieven. Voor het thema elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies is daarom gekeken naar drie alternatieven. De overplantingsalternatieven met 140 x 15 MW en 153 x 15 MW windturbines geven een iets grotere elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie. De opbrengsten en vermeden emissies zijn logischerwijs groter voor een groter aantal turbines (153 > 140 > 134). Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling. De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden voor de drie alternatieven zeer positief beoordeeld (zie Tabel 12.8).

Tabel 12.8 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 134 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 140 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 153 x 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++	++	++
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie	++	++	++
	SO ₂ -emissie reductie	++	++	++
	NO _x -emissie reductie	++	++	++

12.4 Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. Voor cumulatieve effecten op vogels is er sprake van een nationaal en internationaal cumulatiescenario. Bij het nationale scenario gaat het om alle Nederlandse windparken in de Noordzee en in het internationale scenario gaat het om alle winparken in de Noordzee (dus ook de buitenlandse windparken).

Tabel 12.9 Relevante cumulatieve effecten en gevolgen

Morfologie en hydrodynamica	
Vogels en vleermuizen	
Onderwaterleven	
Scheepvaartveiligheid	
Landschap	Een windpark in kavel I Nederwiek (zuid) is niet zichtbaar vanaf de kust. Er is dan ook geen sprake van cumulatieve effecten.
Overige gebruiksfuncties	<u>Visserij</u>

	<u>Archeologie en OO</u> <u>Recreatievaart</u>
Elektriciteitsopbrengst	

12.5 Bandbreedtebenadering en milieuaspect-overschrijdende conclusies

Per milieuaspect is beschreven welke bandbreedte is beoordeeld in dit MER. De bandbreedte is gedefinieerd door het windturbintype (15 of 20 MW), aantallen turbines, type funderingen en aanlegmethoden van de funderingen. In ieder geval is de worst-case situatie per milieuaspect in beeld gebracht. Voor de meest kritische milieuaspecten zijn alle zes inrichtingsalternatieven (zie Tabel 12.10) kwantitatief beoordeeld, zoals bij vogels & vleermuizen en onderwaterleven. Vooraf is voor deze milieuaspecten namelijk niet bekend wanneer bij een inrichtingsalternatief een kritische grens wordt overschreden of niet, zodat ervoor is gekozen om meer alternatieven door te laten rekenen. Dit levert relevante milieu-informatie op voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel 12.10 Alternatieven

Alternatief 1a	Alternatief 2a	Alternatief 1b (overplanting 5%)	Alternatief 2b (overplanting 5%)	Alternatief 1c (overplanting 15%)	Alternatief 2c (overplanting 15%)
134 x 15 MW- turbines rotordiameter 236 m	100 x 20 MW- turbines rotordiameter 280 m	140 x 15 MW- turbines rotordiameter 236 m	106 x 20 MW- turbines rotordiameter 280 m	153 x 15 MW- turbines rotordiameter 236 m	115 x 20 MW- turbines rotordiameter 280 m

Voor de milieuaspecten scheepvaartveiligheid en elektriciteitsopbrengst is alleen uitgegaan van een worst-case situatie. Voor scheepvaartveiligheid is er alleen uitgegaan van de worst-case (alternatief 1c), omdat uit eerdere MER-studies is gebleken dat de effecten van andere opstellingsvarianten niet veel verschillen van deze worst-case. Voor elektriciteitsopbrengst geldt dat in eerdere MER-studies al is gebleken dat het verschil of 2 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (134 x 15 MW = 2.010 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (100 x 20 MW = 2.000 MW), beperkt is.

Daarom zijn alleen de 15 MW alternatieven in beeld gebracht voor elektriciteitsopbrengst. Voor het thema landschap is in hoofdstuk 9 al geconcludeerd dat alle alternatieven niet zichtbaar zijn vanaf de kust.

Een overplantingsalternatief van 5% (alternatief 1b en 2b) of 15% (alternatief 1c of 2c) bestaat uit meer windturbines dan het basisalternatief en geeft logischerwijs meer milieueffecten. Voor de milieuaspecten vogels, vleermuizen en onderwatergeluid is dit gekwantificeerd en geeft dit dan ook een verschil in effectbeoordeling. Voor de milieuaspecten morfologie & hydrodynamica en overige gebruiksfuncties leiden de overplantingsalternatieven tot marginaal grotere effecten en geeft vanwege dit geringe verschil geen verschil in effectbeoordeling. Voor scheepvaartveiligheid is alleen het worst-case alternatief in beeld gebracht om redenen beschreven in de bovenstaande alinea. Voor het aspect elektriciteitsopbrengst zijn alleen de 15 MW alternatieven doorgerekend, omdat alternatieven met turbines met een ander vermogen tot dezelfde orde grootte van effecten leiden, zo is gebleken uit eerdere MER-studies.

In de basis zijn monopiles funderingen beoordeeld in dit MER, omdat dit het gangbare type fundering is voor windparken op de Nederlandse Noordzee. Ook zijn er alternatieve funderingstypes (jackets, tripods, gravity based funderingen, drijvende funderingen of suction buckets) en aanlegtechnieken (bijvoorbeeld trillen, schroeven of blue piling in plaats van heien) mogelijk. Waar relevant zijn deze alternatieve funderingstypes en aanlegtechnieken beoordeeld, zoals bijvoorbeeld bij onderwatergeluid, benthos en morfologie en hydrodynamica.

In de tabel hierna zijn de uitkomsten van de verschillende milieuaspecten meer in samenhang in beeld gebracht en is aangegeven welke conclusies voor 15 MW en 20 MW getrokken kunnen worden. Ook is aangegeven welke conclusies per milieuaspect getrokken kunnen worden voor de alternatieve funderingstypes en aanlegtechnieken voor funderingen. De belangrijkste conclusies zijn:

- De aantallen windturbines zijn bepalend voor de effecten op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren. Dus hoe meer windturbines, hoe meer effecten er verwacht kunnen worden. Voor de overige aspecten geeft toepassing van 15 of 20 MW windturbines geen relevant verschil of een zeer beperkt verschil (vissen & benthos). Daarom is het vanuit milieuperspectief gunstig om 20 MW windturbines toe te passen, omdat je met minder windturbines de opgave van 2 GW voor kavel I Nederwiek (zuid) kan invullen.
- Voor de funderingen is te concluderen dat gravity based funderingen en suction buckets iets meer effecten geven op de hydrodynamica, vissen en benthos vanwege de grotere bodemverstoring en habitatdestructie in vergelijking met andere funderingen zoals monopiles. Daartegenover staat dat de aanleg van gravity based funderingen en suction buckets minder versturende effecten geven voor zeezoogdieren en vissen vanwege geluid tijdens de aanlegfase.
- Andere aanlegtechnieken voor funderingen dan heien, zoals trillen, schroeven en blue piling kunnen potentieel een substantiële geluidsreductie bereiken. Hoewel dergelijke technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog niet in de praktijk grootschalig toegepast. Bovendien is de omvang en aard van geluidemissies en effecten van continue geluid op vissen nog zeer onzeker. Daarom kan in dit MER nog geen eenduidige conclusie worden gegeven ten aanzien van deze alternatieve aanlegtechnieken.

Tabel 12.11 Conclusies effecten bandbreedtebenadering

Morfologie & Hydrodynamica	Geen relevant verschil	Gravity based en suction bucket funderingen geven meer hydrologische veranderingen (m.n. waterbeweging) vanwege grotere dimensies fundering.	Geen relevant verschil
Vogels & Vleermuizen	20 MW windturbines resulteren in minder aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen	Geen relevant verschil	n.v.t.
Onderwaterleven: zeezoogdieren	20 MW windturbines resulteren in minder dierverstoringsdagen onder zeehonden en bruinvissen	Toepassen gravity based funderingen en suction buckets geven significant minder effecten op zeezoogdieren (en ook vissen) tijdens aanlegfase dan overige funderingstypes vanwege de geluideffecten tijdens de aanlegfase. Tripods en jackets geven iets minder effecten dan monopiles.	Andere technieken dan heien, zoals trillen, zijn mogelijk minder verstorend vanwege geluid. Echter omvang en aard van geluidemissies en effecten van continue geluid op zeezoogdieren nog zeer onzeker.
Onderwaterleven: Vissen en benthos	Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming bij een windpark met 20 MW windturbines is iets groter dan bij 15 MW windturbines. Inrichtingsalternatieven met 20 MW windturbines geven daarom een grotere bodemverstoring en habitatdestructie tijdens de aanlegfase t.o.v. 15 MW windturbines. Echter, tijdens de gebruiksfase kan de biodiversiteit door toename hard substraat worden verbeterd.	Grotere funderingstypes (gravity based funderingen en suction buckets) geven een grotere bodemverstoring en habitatdestructie tijdens de aanlegfase t.o.v. andere funderingstypes. Daarnaast moet er bij gravity based funderingen ook gebaggerd worden om de bodem te egaliseren. Wel geeft toepassing gravity based funderingen en suction buckets minder geluideffecten tijdens de aanleg. Ook tijdens de gebruiksfase kan de biodiversiteit door toename hard substraat worden verbeterd.	Andere technieken dan heien, zoals trillen, zijn mogelijk minder verstorend vanwege geluid. Echter omvang en aard van geluidemissies en effecten van continue geluid op vissen nog zeer onzeker.
Scheepvaartveiligheid	Geen relevant verschil	Nog te veel onzekerheden voor een conclusie over verschillen in gevolgschade tussen de verschillende funderingstypen.	n.v.t.
Landschap	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Geen relevant verschil	Geen relevant verschil	n.v.t.
Elektriciteitsopbrengst	Geen relevant verschil	n.v.t.	n.v.t.

12.6 Grensoverschrijdende effecten

Voor de aspecten vogels en onderwaterleven zijn grensoverschrijdende effecten mogelijk te verwachten.

12.6.1 Vogels en vleermuizen

Broedvogels

Windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt buiten gemiddeld bereik van broedkolonies gelegen in buitenlandse Natura 2000-gebieden. Daarom worden geen significant negatieve effecten verwacht op deze broedkolonies als gevolg van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid). Het blijkt dat bijvoorbeeld individuen uit kolonies van jan-van-genten, drieteenmeeuwen en kleine mantelmeeuwen Nederwiek wel kunnen bereiken, maar dat dit ofwel niet-beschermd kolonies betreft ofwel verwacht mag worden dat vliegbewegingen door Nederwiek (zuid) incidenteel zullen zijn en er derhalve geen significant negatieve effecten worden verwacht voor beschermde kolonies.

Niet-broedvogels

Op basis van cumulatieve berekeningen voor het internationale scenario zijn significant negatieve effecten uit te sluiten.

Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 4.0 studie populatiemodellen opgesteld. Populatiemodellen van de acht meest kritieke trekvogelsoorten wijzen uit dat onder deze trekvogelsoorten de geldende ALI-normen niet worden overschreden in het nationale en internationale scenario. Geconcludeerd wordt dat er geen significant negatieve effecten optreden en ook significant negatieve effecten op (buitenlandse) Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.

12.6.2 Onderwaterleven

Vissen

Voor vissen geldt dat de effecten van heien (geluid en bodemberoering) marginaal zijn en bovendien sterk locatie gebonden. Het heien zal daarom geen grensoverschrijdende effecten tot gevolg hebben. Operationeel geluid van een windmolen heeft geen aantoonbaar effect op de visgemeenschap en daarmee dus ook geen grensoverschrijdende effecten.

Zeezoogdieren

De westzijde van het plangebied voor kavel I van Nederwiek (zuid) ligt op de grens met het Verenigd Koninkrijk en grenst daarmee ook aan een Special Area of Conservation (SAC), Southern North Sea. SACs zijn vergelijkbaar met Natura 2000-gebieden en zijn aangewezen voor habitattypen en soorten. De Southern North Sea is in 2019 aangewezen voor bruinvissen. De overlap van de verstoringscontour met de SAC bedraagt maximaal ca. 630 km als wordt uitgegaan van een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (750 m) en ca. 800 km als van de hogere geluidsnorm van SELss = 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (750 m) wordt uitgegaan. Dit is respectievelijk 1,7% en 2,14% van de totale oppervlakte van de SAC. Voor dit gebied geldt dat verstoring door onderwatergeluid als gevolg van een project of plan als significant wordt beoordeeld als het bruinvissen verdrijft uit meer dan gemiddeld 10% van het voor bruinvissen relevante gebied gedurende een seizoen¹⁵⁴. Significante effecten via externe werking zijn daarmee uit te sluiten.

12.7 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen kunnen ervoor zorgen dat nadelige milieueffecten worden vermeden, voorkomen of beperkt. In het MER van kavel I Nederwiek (zuid) zijn mitigerende maatregelen beschreven en de

¹⁵⁴ <https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf>

effectiviteit van deze maatregelen in relatie tot de aanleg- en gebruiksfase. Dit is gedaan voor de aspecten waar nadelige milieueffecten zijn te verwachten en die licht tot zeer negatief zijn beoordeeld in het MER. Ook cumulatieve effecten zouden kunnen worden beperkt met de toepassing van mitigerende maatregelen. In onderstaande Tabel 12.12 zijn de mogelijke mitigerende maatregelen samengevat.

Tabel 12.12 Mogelijke mitigerende maatregelen

Vogels en vleermuizen	Verstoring (aanlegfase)	
	Verstoring en slachtoffers (gebruiksfase)	
	Verstoring (verwijderingsfase)	
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie (aanlegfase)	<u>Zeezoogdieren</u>

		Voer heiwerkzaamheden uit wanneer de dichtheid van het aantal zeezoogdieren laag is (augustus tot december). Kies voor een klein aantal, relatief grote turbines in plaats van meerdere kleinere. <u>Gebruik alternatieve funderingstechnieken dan heien zoals trillen, schroeven of blue piling.</u>
	Verstoring en habitatdestructie (verwijderingsfase)	<u>Benthos en vissen</u> Verwijder de windturbinezulen en bestortingen niet, zodat de zich ontwikkelde gemeenschap blijft bestaan. Al dan niet in combinatie met het gebruik van biologisch afbreekbare betonstructuren (bij erosiebescherming).
Scheepvaartveiligheid	Aanvaringsrisico en scheepvaartbewegingen	Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) en VHF-antenne in het park Vessel Traffic Management/Monitoring (VTMon). Aanvullende markering en identificatie windturbines Inzetten van een Emergency Towing Vessel Extra SAR-capaciteit ETV en MPV uitrusten met bestrijdingsmiddelen tegen olieverontreiniging
Morfologie en hydrodynamica	n.v.t.	n.v.t.
Landschap	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Voor de betrokken partijen in zijn geheel lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
Elektriciteitsopbrengst	n.v.t.	n.v.t.

12.8 Overwegingen voorkeursalternatief

12.8.1 Inleiding

In deze paragraaf worden enkele overwegingen meegegeven ten behoeve van keuze van het voorkeursalternatief (VKA), welke mogelijk wordt gemaakt in het kavelbesluit. Het gaat dan om de bandbreedte die is beschouwd in dit MER en de te nemen mitigerende maatregelen.

12.8.2 Overwegingen bandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken.

12.8.3 Overwegingen te nemen mitigerende maatregelen

Een aantal maatregelen is nodig om cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken en om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen. Het gaat om bijvoorbeeld een stilstandvoorziening bij vogel- en vleermuistrek en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien. In Tabel 12.12 staan de mogelijke maatregelen die in dit MER zijn genoemd, waarmee effecten kunnen worden gemitigeerd. De keuze wordt in het kavelbesluit toegelicht.

12.8.4 Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken. Wel dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen in het kader van stikstofgevoelige habitattypen, vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

12.9 Leemten in kennis en informatie

Hoewel er de laatste jaren flink wordt gebouwd aan nieuwe windparken op zee, heeft de ontwikkeling van windparken op zee toch een relatief korte geschiedenis. Er zijn monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in het Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het gaat om resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Beter inzicht in de exacte aard en omvang van de effecten met (empirisch) onderzoek kan pas op de lange termijn worden geboden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER met een worst-case-aanpak gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de effecten van een windpark in kavel I beperken. Er blijven kennisleemten bestaan over de effecten, onder meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee. In brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden. In elk effecthoofdstuk zijn de leemten in kennis per milieuthema toegelicht die relevant zijn in het kader van dit MER.

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel I Nederwiek (zuid). Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt met dit MER.

12.10 Monitoring en evaluatie

12.10.1 WOZEP

Het monitorings- en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Omgevingswet.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteed aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek zich met name op het verkrijgen van meer inzicht in de cumulatieve ecologische effecten en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

Stand van zaken

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2023 zijn geschetst. Inmiddels is ook het Meerjarenprogramma Wozep 2024-2030 vastgesteld. Ieder jaar wordt gekeken naar de voortgang, de resultaten en of er nieuwe vragen ontstaan zijn. Dit resulteert ieder jaar in een Jaarplan waarin de nieuwe deelprojecten staan die het opvolgende jaar zullen worden uitgevoerd¹⁵⁵.

De leemten in kennis uit dit MER bieden input voor monitoring binnen WOZEP (voor de ecologische aspecten) en voor monitoring voor de aspecten scheepvaart en morfologie en hydrologie.

12.10.2 MOSWOZ

In 2019 heeft Rijkswaterstaat de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaartveiligheid onderzocht. Het gaat om de windparken die tot 2030 worden gebouwd op het zuidelijke deel van de Nederlandse Noordzee. In totaal betreft het circa 850 extra windturbines over een gebied van zo'n 1.600 km².

Ondanks het vele onderzoek en de betrokkenheid van allerlei experts zijn er nog onzekerheden over de daadwerkelijke risico's en over de effectiviteit van een aantal maatregelen. Dat is de reden dat het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) is gestart. Het programma loopt tot 2029 en houdt de komende jaren de vinger aan de pols bij ontwikkelingen rond scheepvaartveiligheid in relatie tot de uitrol van windparken op zee. De uiteindelijke doelen zijn om meer inzicht te krijgen in het effect op scheepvaartveiligheid van windparken op zee en om tijdig te kunnen inspelen op innovaties op dit gebied.

Om deze doelen te bereiken heeft MOSWOZ de genoemde kennisleemtes uitgewerkt in onderzoeksvragen en vervolgens gebundeld in verschillende thema's. Binnen die thema's zal in de komende jaren gezocht worden naar de antwoorden op onderzoeksvragen, om zo beleidsmakers en andere betrokkenen goed te kunnen ondersteunen en adviseren.

Het programma is zo ingericht dat het gebruik kan maken van voortschrijdend inzicht. Keuzes en prioriteiten worden afgestemd op de actualiteit¹⁵⁶.

¹⁵⁵ Voor meer informatie zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch>.

¹⁵⁶ Voor meer informatie zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/>.

Tabel 12.13 MOSWOZ thema's

Hydro/Meteo	Analysen of er hydrodynamische of meteorologische effecten zijn die voor scheepvaartveiligheid relevant zijn in de omgeving van windparken.
Aanvaringen	Analysen wat de mogelijke scenario's zijn als een schip tegen een windturbine vaart of drijft.
Noodsleephulp	De inzet verkennen van meerdere Emergency Response and Towing Vessels (ERTV's) – effectiviteit en werkwijze.
Doorvaart	De risico's in kaart brengen van doorvaart van windparken versus omvaren.
Verkeersbegeleiding	Inrichten van een vorm van verkeersbegeleiding samen met de Kustwacht.
Monitoring	Volgen hoe het scheepvaartverkeer en de risico's op scheepvaartveiligheid veranderen als gevolg van de aanleg van windparken.
Ankergebieden	Onderzoeken of en zo ja hoe het beter benutten van ankergebieden kan helpen de scheepvaartveiligheid te verbeteren.
Crisisorganisatie	De impact verkennen op crisisorganisatie (in verband met complexiteit).
Buitenlandse benchmarking	Uitwisselen van kennis en inzichten met onze buurlanden over beleids- en beheersmatige zaken voor scheepvaartveiligheid in en om windparken op zee.

13 Effectbeoordeling splitsing kavel I Nederwiek (zuid)

13.1 Aanleiding

Dit MER is opgesteld ten behoeve van het nemen van een kavelbesluit voor kavel I Nederwiek (zuid) in windenergiegebied Nederwiek. In kavel I Nederwiek (zuid) is ruimte voor een windpark met een totaal geïnstalleerd vermogen van ten minste 2 GW. De Minister van Klimaat en Groene Groei is voornemens om de kavel van circa 2 GW te splitsen in twee kavels van circa 1 GW. Reden hiervoor is dat onder de huidige marktomstandigheden kleinere kavels minder financiële risico's met zich meebrengen voor windparkontwikkelaars, vanwege een lagere benodigde investering¹⁵⁷.

Op moment van deze beslissing van het ministerie is er al een bijna volledig MER opgesteld voor een kavel van circa 2 GW. Om geen kostbare tijd te verliezen, heeft het ministerie besloten om pragmatisch te werk te gaan. Dit houdt in dat het huidige MER intact blijft en dus niet wordt gesplitst in twee documenten. Het MER voor kavel I Nederwiek (zuid) wordt gehanteerd voor het nemen van een kavelbesluit voor zowel kavel I-A Nederwiek (zuid) als kavel I-B Nederwiek (zuid).

In dit hoofdstuk wordt per milieuaspect toegeelicht wat de splitsing van kavel I Nederwiek (zuid) in een kavel I-A en I-B kan betekenen voor de effectbeoordeling in het MER, Passende Beoordeling, Soortenbeschermingstoets en Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

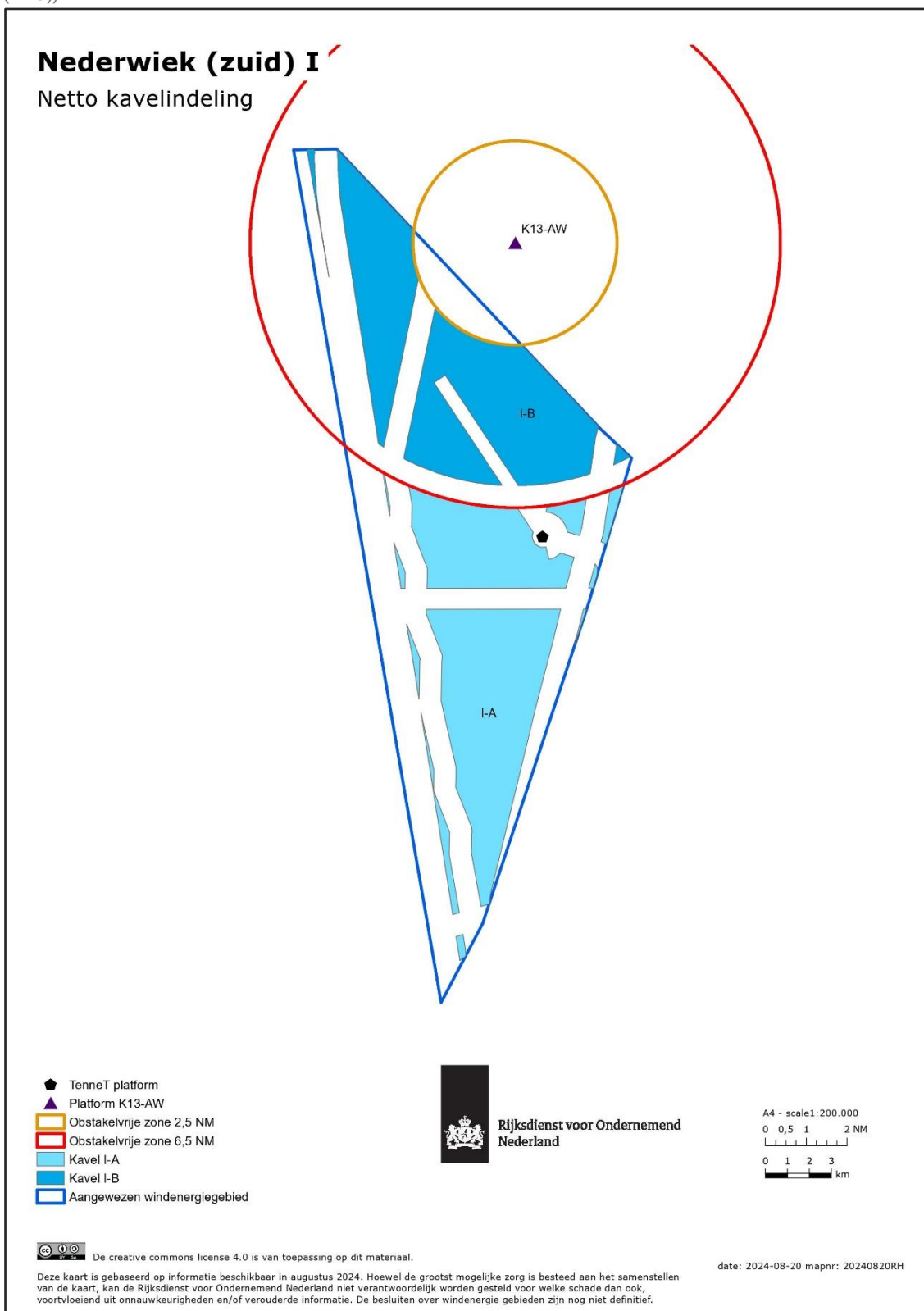
13.2 Splitsing kavel

Figuur 13.1 laat zien hoe de splitsing van kavel I Nederwiek (zuid) er uit ziet in kavel I-A Nederwiek (zuid) en I-B Nederwiek (zuid). Kavel I-A is het zuidelijke kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid) en heeft een (netto) oppervlakte van circa 71,7 km². Kavel I-B is het noordelijke kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid) en heeft een (netto) oppervlakte van circa 68,5 km². De (netto) oppervlakte tezamen is daarmee circa 140,2 km². De totaal oppervlakte van kavel I-A en I-B tezamen is daarmee kleiner dan de (netto) oppervlakte van het oorspronkelijke kavel I Nederwiek (zuid). Het oorspronkelijke kavel I Nederwiek (zuid) heeft een oppervlakte van circa 156 km². Daarmee is het netto oppervlakte aan kavel dat in het MER is beoordeeld altijd groter dan kavel I-A en I-B tezamen. In het MER is dan altijd een worst-case netto kavelgrootte onderzocht in relatie tot effecten qua omvang.

De kleinere oppervlakte van kavel I-A en I-B tezamen heeft als reden dat de grenzen van de kavels zijn aangepast. Bij de splitsing in twee kavels is er een strook toegevoegd tussen kavel I-A en I-B. De grenzen van de kavels zijn aangepast ten opzichte van kavel I Nederwiek (zuid). De overige uitgangspunten, zoals de afmetingen en type funderingen, uit de bandbreedte in Tabel 4.2 blijven onveranderd.

¹⁵⁷ Kamerbrief Vergunningverlening windenergie op zee (4GW): IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I (31 mei 2024), geraadpleegd via: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2024/05/31/vergunningverlening-windenergie-op-zee-4-gw-ijmuiden-ver-gamma-en-nederwiek-i>

Figuur 13.1 Splitsing kavel I Nederwiek (zuid) in kavel I-A en I-B. (Bron: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO))



13.3 Effectbeoordeling per milieuaspect

De belangrijkste gevolgen per milieuaspect zijn genoemd in Tabel 13.1. Van de milieueffecten die niet expliciet zijn benoemd in de volgende tabel kan worden aangenomen dat splitsen van kavel I Nederwiek (zuid) in twee kavels niet leidt tot andere conclusies.

In het algemeen geldt dat de milieueffecten van de gesplitste kavels I-A Nederwiek (zuid) en I-B Nederwiek (zuid) samen altijd gelijk of kleiner zijn aan de onderzochte effecten van kavel I Nederwiek (zuid). Dit komt omdat de oppervlakte van de twee kavels tezamen kleiner is dan de oorspronkelijke kavel I Nederwiek (zuid). Wel is het zo dat door het nemen van twee kavelbesluiten, ook twee aparte tenderprocedures worden opgestart. Dit kan resulteren in twee verschillende vergunninghouders voor de twee kavels en dat de windparken dus door twee verschillende ontwikkelaars worden aangelegd, geëxploiteerd en verwijderd. Dit kan de volgende relevante gevolgen geven:

- Grotere kans op uiteenlopende perioden van aanleg, onderhoud en verwijdering vanwege verschillende ontwikkelaars en daaraan gepaarde milieueffecten. De mate van verschil in aanleg- en verwijderingsperiode zal echter beperkt zijn, gezien de planning conform de meest recente routekaart¹⁵⁸ om kavel I Nederwiek (zuid) in gebruik te nemen in Q4 2030 en de gelijke vergunningsduur (40 jaar).
- Meer werkschepen tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark in het geval van twee verschillende windparkontwikkelaars vanwege minder schaalvoordelen. Een windparkontwikkelaar zal echter, mede gezien de grote afstand vanaf de kust en daarmee hoge kosten, de inzet van schepen zo efficiënt mogelijk inzetten. Daarom zal de eventuele toename van scheepvaart naar verwachting beperkt zijn. Ook kunnen de verschillende windparkontwikkelaars samenwerken voor bijvoorbeeld het onderhoud aan het windpark.

Deze genoemde effecten leiden niet tot andere conclusies dan reeds in het MER gepresenteerd. In Tabel 13.1 is waar relevant aangegeven of de gevolgen in bovengenoemde opsomming van invloed zijn op een milieuaspect en op de effectbeoordeling.

Een aantal van de kwantitatief gemaakte effecten van kavel I Nederwiek (zuid) kunnen ongeveer door twee worden gedeeld om zo de effecten te krijgen van kavel I-A en I-B Nederwiek (zuid). Denk hierbij aan bijvoorbeeld het aantal aanvaringsslachtoffers onder trekvogels of vleermuizen. Echter, bij het bepalen van het aantal slachtoffers onder zeevogels of zeezoogdierverstoringsdagen is gebruik gemaakt van locatiespecifieke dichtheidskaarten. Omdat de dichtheid tussen kavel I-A en I-B kan verschillen, kunnen ook de effecten dus verschillen tussen de kavels. Bij meer kwalitatieve effectbeschrijvingen is er getoetst of effecten van de gesplitste kavels tot een andere conclusie zou leiden. Wanneer de geconstateerde effecten voor één enkel kavel gelden en niet voor de andere kavel is dat aangegeven. Dit is alleen het geval bij enkele deelaspecten die vallen onder het milieuaspect Overige gebruiksfuncties.

Voor elk milieuaspect geldt dat waar relevant ook de effecten zijn beschreven in cumulatie met overige windparken op de Noordzee. Voor zowel kavel I Nederwiek (zuid) als de gesplitste kavels (I-A & I-B) geldt voor elk milieuaspect een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Bovendien vindt de belangrijkste toetsing ten aanzien van de soortenbescherming en gebiedsbescherming in respectievelijk de soortenbeschermingstoets (bijlage 7) en Passende Beoordeling (bijlage 8) plaats in

¹⁵⁸ Kamerbrief over update aanvullende routekaart wind op zee (25 april 2024), geraadpleegd via: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2024/04/25/update-aanvullende-routekaart-wind-op-zee>

cumulatie met andere windparken op de Noordzee. Zolang er in cumulatie een significant effect op de staat van instandhouding van beschermde soorten of instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten, zal dat ook voor de gesplitste kavels gelden. Het cumulatiescenario dat getoetst wordt verandert door de splitsing in kavels namelijk niet. Daarom is het niet relevant om per kavel een separate effectbeoordeling te geven in onderstaande tabel of een separate soortenbeschermingstoets of Passende Beoordeling op te stellen.

Tabel 13.1 Gevolgen splitsen MER kavel I Nederwiek (zuid) tot kavel I-A Nederwiek (zuid) en I-B Nederwiek (zuid).

Alternatieven	Er zijn voor de meeste milieuaspecten zes alternatieven onderzocht voor kavel I Nederwiek (zuid) waarin onderscheid is gemaakt tussen alternatieven met 15 en 20 MW windturbines: - Alternatief 1a: 134 x 15 MW turbines (2.010 MW) - Alternatief 1b: 140 x 15 MW turbines (2.100 MW) - Alternatief 1c: 153 x 15 MW turbines (2.295 MW) - Alternatief 2a: 100 x 20 MW turbines (2.000 MW) - Alternatief 2b: 106 x 20 MW turbines (2.120 MW) - Alternatief 2c: 115 x 20 MW turbines (2.300 MW) Nu de kavel worden gesplitst resulteert dat in de volgende alternatieven per kavel: - Alternatief 1a: 67 x 15 MW turbines (1.005 MW) - Alternatief 1b: 70 x 15 MW turbines (1.050 MW) - Alternatief 1c: 76 x 15 MW turbines* (1.140 MW) - Alternatief 2a: 50 x 20 MW turbines (2.000 MW) - Alternatief 2b: 53 x 20 MW turbines (1.060 MW) - Alternatief 2c: 57 x 20 MW turbines* (1.140 MW)	§ 4.2.2
Morfologie en hydrodynamica	Er is door de splitsing geen sprake van aanvullende effecten ten aanzien van morfologie en hydrodynamica. De effecten per gesplitste kavel zijn uiteraard wel kleiner, maar de splitsing is niet van invloed op de gepresenteerde conclusies en effectscores. In de cumulatieve beoordeling wordt geconcludeerd dat bij de invulling van het gehele windenergiegebied Nederwiek nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten zullen optreden.	Hoofdstuk 5
Vogels en vleermuizen	De effecten op vogels en vleermuizen die voor kavel I Nederwiek (zuid) zijn gepresenteerd in het MER en bijlagen 4 en 10 zijn ongeveer twee keer zo groot als de individuele kavels I-A en I-B. De ecologische toetsing aan de verschillende normen (1%-mortaliteitsnorm, PBR, ALI-norm of instandhoudingsdoelstellingen) voor zowel slachtoffers onder vogels als vleermuizen zijn uitgevoerd in cumulatie met overige windparken op de Noordzee. Het cumulatiescenario is voor kavel I-A en I-B gelijk aan kavel I Nederwiek (zuid). Zie daarom de beschrijving van cumulatieve effecten voor vogels en vleermuizen in paragraaf 6.7 van het MER. De beschreven conclusies hier wijzigen dus niet voor kavel I-A en I-B. Zoals in paragraaf 13.3 is beschreven kan de splitsing tot gevolg hebben dat er sprake is van een meer uiteenlopende periode van werkzaamheden en eventueel meer werkschepen. Hierna wordt op deze effecten ingegaan. <u>Vogels</u> De effecten van de aanleg van windturbines en de toegenomen scheepvaart tijdens zowel de aanleg- onderhoud als verwijderingsfase zijn allen marginaal negatief beoordeeld (0/-) in het MER. Dit komt	Hoofdstuk 6 en bijlage 4

	omdat uit de literatuur blijkt dat het verstorende effect van schepen (geluid en verlichting) tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering van het windpark voor vogels tijdelijk en beperkt van omvang is (zie ook Tabel 6.12 van het MER). De eventuele beperkte toename van werkschepen ten gevolge van de splitsing zal geen verschil maken in beschreven effectbeoordeling in het MER. Bovendien kan er door de splitsing van de kavel en gezien de tijdelijkheid van effecten, sprake zijn van minder effecten dan is beschreven voor kavel I Nederwiek (zuid) in het geval van ruim uiteenlopende perioden van werkzaamheden in beide individuele kavels. <u>Vleermuizen</u> Een verhoogde concentratie aan insecten rondom verlichte constructieschepen in de aanleg- en verwijderingsfase creëert een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder aanvaringsrisico. Daarnaast geven werkschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten wat de overlevingskansen kan verhogen. De splitsing van de kavel kan dus resulteren in iets meer positieve effecten tijdens de aanleg- en verwijderingsfase, echter dit zal marginaal zijn. <u>Conclusie</u> Geconcludeerd wordt dat de splitsing niet van invloed is op de gepresenteerde effectbeoordeling voor vogels en vleermuizen en de ecologische toetsing in cumulatie met overige windparken op de Noordzee.	
Onderwaterleven	De effecten op onderwaterleven die voor kavel I Nederwiek (zuid) zijn gepresenteerd in het MER en bijlage 5, zijn ongeveer twee keer zo groot als de individuele kavels I-A en I-B. De toetsing van het aantal geconstateerde zeezoogdierverstoringsdagen aan de ecologische norm (met grote zekerheid (95%) maximaal 5% populatieafname) vindt plaats in cumulatie met overige windparken op de Noordzee. Het cumulatiescenario is voor kavel I-A en I-B gelijk aan kavel I Nederwiek (zuid). Zie daarom de beschrijving van cumulatieve effecten voor zeezoogdieren in paragraaf 7.7 van het MER. De beschreven conclusies hier wijzigen dus niet voor kavel I-A en I-B. Zoals begin paragraaf 13.3 is beschreven kan de splitsing tot gevolg hebben dat er sprake is van een meer uiteenlopende periode van werkzaamheden en eventueel meer werkschepen. Hierna wordt op deze effecten ingegaan. <u>Uiteenlopende periode van werkzaamheden</u> Bodemberoerende activiteiten tijdens de aanleg- en verwijderingsfase kunnen tijdelijk leiden tot effecten voor vissen en benthos vanwege vertroebeling van de waterkolom, al is dit in beperkte omvang en duur. Bovendien wordt de zeebodem in het plangebied gekenmerkt door betrekkelijk hoge dynamiek met continu zandtransport. Eventueel meer uiteenlopende periodes van aanleg en verwijdering ten gevolge van de splitsing kan ervoor zorgen dat de effecten van vertroebeling kleiner zijn maar wel meer verspreid door de tijd. De splitsing leidt echter niet tot een andere effectbeoordeling op dit punt. Voor het bepalen van het aantal zeezoogdierverstoringsdagen tijdens de aanlegfase worden, conform het KEC 4.0, op hoofdlijnen de volgende parameters gehanteerd in het MER (zie paragraaf 2.1 in bijlage 5 voor een gedetailleerde beschrijving):	Hoofdstuk 7 en bijlage 5

	- Effectief verstoord oppervlak (afhankelijk van geluidverspreiding en dosis-effect relatie) - Lokale dichtheid zeezoogdieren - Aantal dagen waarop wordt geheid De fasering in de tijd is hierin geen parameter. Dat betekent dat eventueel uiteenlopende aanlegperioden tussen de twee gesplitste kavels niet van invloed is op de effectbeoordeling. Door de splitsing is de kans mogelijk groter dat twee verschillende vergunninghouders vanwege gesplitste kavels tegelijkertijd de funderingen zullen heien in het windenergiegebied. Dit is overigens ook mogelijk zonder splitsing van de kavels doordat een ontwikkelaar meer dan één jack-up schip simultaan kan inzetten. In het KEC 4.0 is worst-case aangenomen dat een bruinvisverstoringsdag overeenkomt met een periode van 6 uren waarin de bruinvis verstoord is en daarom niet kan foerageren. Voor zeehonden is dit worst-case 24 uur. Uitgaand van simultaan heien (binnen de periode van respectievelijk 6 of 24 uren overlappende heiwerkzaamheden), geldt voor de zeezoogdieren die door meerdere heipalen verstoord worden slechts één verstoringdag. De verstoring ten gevolge van het heien van een enkele paal is vergelijkbaar met simultaan heien, omdat overlap in de blootstelling aan heiklappen van twee palen bijna nooit zal voorkomen, vanwege de korte duur van een enkele heiklap (minder dan 0,5 s) en de looptijd van het geluid naar de locatie van het dier. Daarnaast geldt dat de verstoringscontour van verschillende heipalen in windenergiegebied Nederwiek (zuid) altijd overlapt met elkaar, gezien de grote omvang van de verstoringscontour (zie Figuur 7.4). Om bovengenoemde redenen zal simultaan heien met overlappende verstoringscontouren resulteren in een reductie van het aantal zeezoogdierverstoringsdagen als de heiwerkzaamheden binnen 6 uur (voor bruinvissen) of 24 uur (zeehonden) plaatshebben. Als er meer tijd dan 6 uur tussen het op één dag heien van 2 funderingen zit, telt het als 2 bruinvisverstoringsdagen. <u>Toegenomen scheepvaart</u> De aanwezigheid van werkschepen kunnen tot verstoring bij aanwezige zeezoogdieren en vissen leiden. Het geluid van scheepvaart is aanmerkelijk minder verstorend als de geluideffecten van het heien van funderingen. Wel kan er door de splitsing van de kavel eventueel een toename zijn van werkschepen. Deze toename heeft geen invloed op de conclusie dat deze effecten ten opzichte van effecten van reguliere scheepvaartbewegingen op de zeer druk bevaren Zuidelijke Noordzee verwaarloosbaar zijn.	
Scheepvaart en veiligheid		Hoofdstuk 8 en bijlage 6

	de tijd, waardoor minder tijdelijke en lokale 'pieken' zullen plaatsvinden. Dit kan resulteren in minder aanvaringen of aandrijvingen met windturbines. Hier zitten echter veel onzekerheden bij en zal dan ook niet van invloed zijn op de effectbeoordeling en conclusies in het MER ten aanzien van scheepvaartveiligheid. De kavelgrenzen zijn door de splitsing iets gewijzigd. Voornaamste is dat er een vrije strook is die kavel I-A en I-B scheidt. In de meest oostelijke hoek van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zou bij kavel I Nederwiek (zuid) sprake zijn van meer mogelijk windturbines dan het geval is bij splitsing van de kavel. Dit komt omdat er in de vrije strook bij de splitsing geen windturbineposities mogelijk zijn. Hiermee zijn er bij de splitsing van de kavel minder mogelijke windturbineposities die aan de grens staan van windenergiegebied Nederwiek (zuid) en dus in de nabijheid van de scheepvaartroutes (VSS) aan de oostelijke grens van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Dit kan resulteren in minder aanvaringen of aandrijvingen met windturbines. Echter is de verwachting dat dit een marginaal effect is en dat dit niet van invloed is op de effectbeoordeling en conclusies in het MER ten aanzien van scheepvaartveiligheid.	
Landschap	Het oorspronkelijke kavel I Nederwiek (zuid) is theoretisch niet zichtbaar vanaf de kust. Een splitsing in kavel I-A en I-B heeft dan ook geen aanvullend of veranderend effect ten aanzien van landschap.	Hoofdstuk 9
Overige gebruiksfuncties	Een aantal geconstateerde effecten geldt alleen voor één van de twee gesplitste kavels. • Mijnbouw: In kavel I-A ligt meer oppervlakte aan (niet-producerende) gasvelden dan kavel I-B maar liggen er in kavel I-B meer boorgaten dan kavel I-A. Dit verschil leidt niet tot een effect op de effectscore zoals die is gepresenteerd in het MER. • Militaire activiteiten en ontplofbare oorlogsresten (OO): In kavel I-B zijn meer OO aanwezig dan in kavel I-A en heeft kavel I-B overlap met een mogelijk Duits mijnenveld. Ondanks dit verschil leidt niet tot een effect op de effectscore zoals die is gepresenteerd in het MER. • Cultuurhistorie en archeologie: Op basis van bureauonderzoek liggen er aanmerkelijk meer mogelijke archeologische objecten in kavel I-B dan in kavel I-A. Op basis van surveyonderzoek zijn er meer magnetische waarden gevonden binnen kavel I-B dan kavel I-A. Ondanks dit verschil leidt niet tot een effect op de effectscore zoals die is gepresenteerd in het MER. • Luchtvaart: De komst van windparken in windenergiegebied Nederwiek (zuid) heeft mogelijk negatieve gevolgen voor de bereikbaarheid van het platform K13-A. De gevolgen verschillen wel tussen de kavel I-A en I-B. Uit verschillende helikopterbereikbaarheidsonderzoeken in opdracht van ministerie van KGG¹⁵⁹, waaronder een formal safety assessment (FOSA), volgt dat de bereikbaarheid van platform K13-A als gevolg van windparken in kavel I-A en het Britse geplande windpark Norfolk Boreas afneemt. Het gaat om een bereikbaarheidsverlies van minder dan 10 procent als deze twee windparken zijn gerealiseerd. De onderzoeken bestonden uit onder meer een theoretische bereikbaarheids- en veiligheidsbeoordeling, een verificatie in een simulator en een testvlucht. Ook bevat het onderzoek een inventarisatie van mitigerende maatregelen die door de overheid, de vergunninghouder van het windpark en de vergunninghouder van het platform moeten worden uitgevoerd. De effecten van	Hoofdstuk 10

¹⁵⁹ 1). To70 (2025). Flight Operations Safety Analysis (FOSA) en bereikbaarheidsanalyse gasdoorvoerplatform K13A, ref. 24.198.02.

2). Prince Helicopters (2025). K13A FOSA Conclusion and recommendations..

3). PVS Aero (2025). K13-A FOSA SIM report, ref. P-24040.

	kavel I-A op het helikopterverkeer zijn daarom licht negatief (0/-) beoordeeld. Bovengenoemde onderzoeken bevatten geen sluitende conclusies voor wat betreft de gevolgen van een windpark in kavel I-B. De gevolgen van een windpark in kavel I-B zullen nog aanvullend onderzocht moeten worden in een aparte studie. De effecten van kavel I-B op het helikopterverkeer blijven daarom negatief (-). Wanneer een OO geruimd dient te worden, dienen er goede afspraken te worden gemaakt tussen de eventueel twee verschillende windparkontwikkelaars zodat de werkzaamheden niet plaatsvinden tijdens het ruimen van OO. Er is verder geen sprake van aanvullende effecten ten aanzien van overige gebruiksfuncties ten gevolge van de splitsing dan hierboven gepresenteerd. Geconcludeerd wordt dat de splitsing niet van invloed is op de overige gepresenteerde conclusies en effectscores in het MER.	
Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	Voor de splitsing van kavel I Nederwiek (zuid) geldt dat de oppervlakte van de twee kavels tezamen kleiner is aan de oorspronkelijke kavel I Nederwiek (zuid). Daarom is de gezamenlijke ruimte voor het plaatsen van windturbines kleiner aan kavel I Nederwiek (zuid). Dat betekent dat er minder ruimte is in de kavels zelf ten opzichte van een situatie waarin niet is gesplitst. De windparkontwikkelaar kan er dan voor kiezen om minder windturbines te realiseren of de windturbines dichter op elkaar te zetten waardoor de wake effecten iets groter worden. In beide gevallen resulteert dit in een lagere elektriciteitsopbrengst en daarmee minder vermeden emissies. Het effect van het dichter op elkaar plaatsen van windturbines zal echter naar verwachting beperkt zijn en niet leiden tot andere conclusies. Dit komt met name omdat de randen van de kavels (met de meeste vrije wind) niet veel wijzigen na de splitsing. In de praktijk zie je dat met name de randen van de windenergiegebieden worden benut en het midden iets meer open wordt gelaten om zo de wake-effecten van het windpark te beperken (zie bijvoorbeeld de windpark lay-out van windenergiegebieden Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (zuid)). Ook is er door de afronding van aantal turbines in de alternatieven (1c en 2c) sprake van minder turbines voor kavel I-A en I-B tezamen dan voor kavel I Nederwiek (zuid)*. Dan is er ook sprake van minder elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies. Er is door de splitsing geen sprake van aanvullende effecten ten aanzien van elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.	Hoofdstuk 11

Passende Beoordeling (PB)	De toetsing ten aanzien van gebiedsbescherming in de PB (bijlage 8) vindt plaats in cumulatie met andere windparken op de Noordzee voor vogels en zeezoogdieren. Voor de overige soortgroepen (bodemfauna, plankton, vleermuizen, vissen en habitattypen) zijn significante effecten op voorhand uitgesloten voor kavel I Nederwiek (zuid) en daarmee ook voor kavel I-A en I-B. Voor zowel kavel I Nederwiek (zuid) als de gesplitste kavels (I-A en I-B) geldt voor zeezoogdieren en vogels een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Zolang er in cumulatie een significant effect op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten, zal dat ook voor de gesplitste kavels gelden. In de PB zijn voor vogels met name de slachtoffers door habitatverlies en aanvaringen door windturbines relevant en voor zeezoogdieren het onderwatergeluid door de aanleg van funderingen. De eventueel toegenomen werkschepen door de splitsing zal beperkt en niet significant zijn voor de beoordeling van de effecten op vogels en zeezoogdieren. Om deze redenen is niet noodzakelijk om per kavel een separate PB op te stellen. De getrokken conclusie in de PB voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt ook voor kavel I-A en I-B, namelijk dat significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zijn uitgesloten. Daarmee wordt voldaan aan artikel 5 van de Wet windenergie op zee en kan ten aanzien van gebiedsbescherming een kavelbesluit worden genomen voor kavel I-A en I-B.	Bijlage 8
Soortbeschermingstoets (SBT)	De SBT (bijlage 7) geeft een soortenlijst met soorten waarvoor een verbodsbepaling op grond van de Omgevingswet wordt verwacht. Dit zijn slachtoffers onder vogels, vleermuizen en verstoorde bruinvissen. De soortenlijst is gelijk voor kavel I-A en I-B. De toetsing ten aanzien van soortenbescherming in de SBT vindt plaats in cumulatie met andere windparken op de Noordzee voor vogels en zeezoogdieren. Voor de vissen en benthos zijn effecten op beschermde soorten op voorhand uitgesloten voor kavel I Nederwiek (zuid) en daarmee ook voor kavel I-A en I-B. Voor zowel kavel I Nederwiek (zuid) als de gesplitste kavels (I-A en I-B) geldt voor zeezoogdieren en vogels een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Zolang er in cumulatie een significant effect op de staat van instandhouding kan worden uitgesloten, zal dat ook voor de gesplitste kavels gelden. Voor vogels en vleermuizen zijn met name de slachtoffers door habitatverlies en aanvaringsslachtoffers door windturbines relevant en voor zeezoogdieren het onderwatergeluid door de aanleg van funderingen. De eventueel toegenomen werkschepen door de splitsing zal beperkt en niet significant zijn voor de beoordeling van de effecten op vogels en zeezoogdieren. Om deze redenen is niet noodzakelijk om per kavel een separate SBT op te stellen. De getrokken conclusie in de SBT voor kavel I Nederwiek (zuid) geldt ook voor kavel I-A en I-B, namelijk dat significant negatieve effecten op staat van instandhouding van beschermde zijn uitgesloten, behalve in het internationale cumulatieve scenario voor de ruige dwergvleermuis.	Bijlage 7
Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)	In bijlage 9 is per descriptor van de KRM de impact van kavel 1 Nederwiek (zuid) op de goede milieutoestand beschreven. Kavel 1 Nederwiek (zuid) zal voor de meeste descriptors geen effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Voor deze descriptors zal hetzelfde gelden voor de gesplitste kavel I-A en I-B. Voor een beperkt aantal descriptors of onderliggende criteria geldt dat effecten op de goede milieutoestand niet kunnen worden uitgesloten. Deze conclusies zijn getrokken door te kijken naar de cumulatieve effecten van de uitrol van wind op zee. Voor zowel kavel 1 Nederwiek (zuid) als de gesplitste kavels (I-A en I-B) geldt een gelijk cumulatiescenario met overige	Bijlage 9

	windparken op de Noordzee. De getrokken conclusies gelden dus ook voor de gesplitste kavels (I-A en I-B). De eventuele toename van werkschepen of uiteenlopende perioden van werkzaamheden ten gevolge van de splitsing van de kavel zal niet van invloed zijn op de beschreven conclusies in de KRM-toets (bijlage 9).	
--	---	--

* het aantal windturbines hier is afgerond naar beneden. Op deze manier wordt voorkomen dat er gezamenlijk meer windturbines en een groter totaal rotoroppervlak wordt gehanteerd dan is onderzocht in het MER van kavel I Nederwiek (zuid).